COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
DE

L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANTE-SIXIÈME

ANNÉE 1960

N° 12 — Séances des 22 et 29 juin 1960

PARIS

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE
18, RUE DE BELLECHASSE, 18
(7e Arrt) — Invalides : 10-37

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
20 SEP 1960

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours, de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous Louis XV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein à côté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

***

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(*Suite page III*)

SÉANCE DU 22 JUIN 1960

Présidence de M. LETARD

LE RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL CHARGÉ DE PRÉPARER LES ÉLÉMENTS D'UNE LOI D'ORIENTATION AGRICOLE

M. Roland Maspétiol. — Le groupe de travail constitué par M. le Ministre de l'Agriculture au début du mois de janvier dernier en vue de préparer les éléments d'une loi d'orientation agricole, a remis dans le courant du mois de mai son rapport général, qui avait été précédé au cours de l'avancement de ses travaux, de plusieurs avis sur un certain nombre de questions spéciales, avis qui figurent en annexe du rapport général.

Le groupe de travail, dont M. le Ministre de l'Agriculture m'avait confié la présidence, comprenait outre de hauts fonctionnaires et des professeurs, des représentants de la profession tels que M. Blondelle, Président de l'Assemblée permanente des présidents de Chambre d'Agriculture, M. Courau, Président de la Fédération nationale des Syndicats d'exploitants agricoles, M. de Douët de Graville, Secrétaire général de la Confédération nationale de la Mutualité, de la Coopération et du Crédit agricoles et M. Debatisse, Secrétaire général du Cercle national des jeunes agriculteurs. En faisaient partie notamment nos Confrères MM. Deleau, Keilling et Malassis; notre Confrère M. Ferré a participé à de nombreuses séances comme suppléant de M. Blondelle.

Le rapport général a été établi par MM. Marcel Martin et Jacques Ducoux, Maîtres des Requêtes au Conseil d'État.

Le rapport général étudie de très près l'évolution respective, au cours de ces dernières années, des revenus agricoles, commerciaux et industriels, la Commission ayant notamment procédé à l'audition de M. Closon, Directeur général de l'Institut national de la statistique et des études économiques, et de M. Gruson, chef du service des études économiques et financières au Ministère des Finances. Le rapport s'efforce de rechercher l'évolution du revenu moyen par agriculteur, par comparaison avec celle du travailleur non agricole; il compare les chiffres obtenus avec ceux du revenu brut d'exploitation, examine les ressources par ménage d'exploitants ainsi que les valeurs ajoutées par l'agriculture et par les industries et commerces alimentaires. En ce qui concerne ce dernier élément, le rapport constate que l'ordre de grandeur des valeurs ajoutées par les industries de transformation et les entreprises de distribution des produits agricoles reste relativement faible et que, par suite, les possibilités pour les agriculteurs de s'approprier une part de ces valeurs ajoutées en exerçant des activités industrielles et commerciales prolongeant leurs activités agricoles, ne doivent pas être surestimées.

Le rapport n'a pu que constater que, quel que soit le degré d'incertitude des calculs, et malgré une importante augmentation de la production et la diminution constante de la population agricole, l'accroissement des revenus agricoles a été beaucoup moins rapide que celui du revenu des autres catégories de citoyens. Cette même tendance se manifeste dans la plupart des pays étrangers, malgré les initiatives des différentes politiques nationales.

Ce déséquilibre est à l'origine du malaise agricole, dont le rapport tente d'analyser les causes. Les éléments permanents de cette situation, bien connus de tous nos Confrères, ont été aggravés par les effets de la politique économique et financière. Le groupe de travail a admis à l'unanimité que, pour la fixation des prix agricoles, il était impossible de laisser jouer aveuglément les lois économiques, mais cet accord sur les principes a fait place à des divergences d'opinion lorsqu'il s'est agi d'apprécier les méthodes de fixation des prix depuis 1957.

***

En ce qui concerne les réformes proposées, le groupe de travail a regardé comme fondamental la recherche d'un équilibre rentable entre le sol dans ses éléments de surface, de qualité, de productivité et de prix, et l'homme en fonction de la densité de la population appelée à vivre en travaillant ce sol. La politique agricole doit tendre à favoriser un équilibre permanent entre l'exploitation et l'exploitant. Une telle politique ne peut être que décentralisée région par région. Elle exige des initiatives diverses concernant la réorganisation foncière et le remembrement, l'amélioration des sols et la reconstitution de leur valeur biologique, l'orientation des cultures accompagnée d'une certaine spécialisation.

L'importance de l'enseignement pour le monde rural est fortement soulignée. La terre ne peut pas être le seul débouché pour les enfants de la campagne. Une formation intellectuelle sérieuse est aussi nécessaire pour le jeune exploitant de demain que pour son camarade qui sera conduit par son goût ou par les circonstances vers d'autres activités.

Le rapport examine également le problème de l'amélioration quantitative et qualitative des investissements agricoles, et notamment les moyens financiers de ces investissements. L'aménagement du crédit est également étudié, ainsi que les améliorations des structures juridiques permettant le groupement et la concentration des efforts. En ce qui concerne spécialement le problème de la coopération, l'Académie ne sera pas surprise d'apprendre que se sont fait jour les deux tendances qui divisent depuis quelques années les coopérateurs. La première est de refondre le régime coopératif et de le rapprocher du statut des sociétés commerciales. La seconde, qui a semblé majoritaire, est favorable au maintien de la nature spécifique du lien coopératif sous réserve d'une amélioration des structures actuelles et de la création éventuelle de sociétés de droit commun, pouvant effectuer celles des opérations qui dépassent ses possibilités juridiques, notamment en ce qui concerne les exportations qui exigent souvent des engagements à long terme et la possibilité éventuelle de se couvrir par des apports extérieurs aux adhérents.

Le rapport étudie également la commercialisation des produits agricoles tant sur le marché intérieur que sur le marché extérieur. Il préconise à cet effet l'institution de comités professionnels et interprofessionnels, dont le financement devrait être assuré par la voie qualifiée à tort de parafiscalité, mais qui n'est en réalité que l'expression d'une solidarité professionnelle obligatoire.

Parmi les avis annexés au rapport général, je signalerai ceux relatifs à la politique agricole à instituer entre la France et les États de la Communauté, et à la politique agricole commune dans le cadre du marché européen.

Un avis particulièrement important a été adopté relatif à l'aménagement des structures rurales. Qu'un tel sujet ait été retenu constitue à lui seul le témoignage d'une évolution et de la prise de conscience de certains problèmes qui n'étaient le plus souvent que faiblement perçus et moins encore analysés. L'avis ne peut que constater l'insuffisance des méthodes statistiques actuelles pour faire ressortir les données exactes de la situation à cet égard. Il insiste sur l'importance des remembrements

et des échanges amiables. Il examine successivement la réglementation des cumuls et réunions d'exploitations, les migrations rurales dont il souhaite le renforcement des moyens financiers, la récupération des terres incultes et les aménagements régionaux. Le groupe de travail pense également que l'aménagement foncier doit être poursuivi par la refonte des dispositions législatives, notamment en vue de rendre possible la constitution de groupements de propriétaires ou d'exploitants auxquels pourraient être apportées la jouissance ou la propriété d'immeubles ruraux en vue de leur mise en valeur agricole. En vue de permettre les agrandissements nécessaires des exploitations existantes et la création éventuelle d'exploitations nouvelles, le groupe de travail s'est prononcé pour la création d'organismes d'intervention largement décentralisés qui auraient pour mission, en servant de relais et de banquier, de se porter acquéreur, grâce à un droit de préférence, des terres disponibles qui seraient ensuite rétrocédées. Le groupe d'étude juge nécessaire de protéger les unités culturales en rendant impossible la division de toute exploitation ne dépassant pas certains critères fixés régionalement, et à cet effet d'introduire les modifications nécessaires aux dispositions du code civil, notamment en matière successorale.

Telles sont les principales idées directrices dégagées par le groupe de travail. Plusieurs d'entre elles ont été retenues en principe dans les projets de loi soumis par le Gouvernement au Parlement. Une œuvre de longue haleine s'avère indispensable pour doter l'agriculture française des instruments juridiques et techniques nécessaires à sa modernisation et à sa pleine adaptation aux conditions de la vie économique contemporaine.

LE XLIIe CONGRÈS DE LA CONFÉDÉRATION NATIONALE DE LA MUTUALITÉ, DE LA COOPÉRATION ET DU CRÉDIT AGRICOLE A AIX-LES-BAINS

M. Louis Tardy. — Les questions économiques et sociales prennent une place de plus en plus grande en agriculture, et je crois devoir vous donner quelques renseignements sur le 42e Congrès de la Confédération nationale de la Mutualité, de la Coopération et du Crédit agricoles qui s'est tenu à Aix-les-Bains du 18 au 22 mai dernier.

Il a réuni environ 1 400 délégués des organisations agricoles métropolitaines et d'Algérie, auxquelles s'étaient joints les représentants des collectivités agricoles des États associés et de Tunisie, ainsi que d'éminentes personnalités professionnelles, politiques et étrangères et notamment les attachés agricoles des pays partenaires de la France au sein du Marché commun.

L'actualité et l'intérêt des sujets à l'ordre du jour joints à la qualité des exposés, a fait que les séances furent suivies avec une assiduité rarement égalée par un auditoire particulièrement nombreux et attentif.

L'assistance fut, cependant, privée des exposés que devaient faire M. Rossin, Directeur de l'Enseignement au Ministère de l'Agriculture sur la réforme de l'Enseignement agricole, ainsi que MM. Rabot, Directeur général de l'Agriculture de la Communauté économique européenne et Marjolin, Vice-Président de la Communauté économique européenne, respectivement sur « La politique agricole commune » et « L'agriculture dans l'économie de l'Europe des Six ».

Le différend surgi entre le Ministre de l'Agriculture et la Fédération de la Mutualité agricole sociale à la suite de la promulgation du décret

du 12 mai 1960 sur la Mutualité sociale agricole a été à l'origine de l'abstention commandée de ces rapporteurs.

Placé sous l'autorité successive des Présidents des grandes Fédérations constitutives, dont j'ai présidé la première et les dernières séances, le Congrès a procédé, conformément à la tradition, à une véritable étude encyclopédique sur le thème « d'une politique agricole française à une politique agricole commune ».

Après une présentation des organisations professionnelles départementales ainsi que des principales réalisations locales par M. Ramus, Directeur des Services agricoles de Savoie et une communication sur l'important développement de l'Enseignement agricole en Savoie faite par M. Loridon, Président du Comité départemental des organisations agricoles du Sud-Est, M. Pierre Reymond, Délégué général de la Fédération nationale de la Coopération agricole, a présenté un rapport sur « l'adaptation de la Coopération agricole aux conditions économiques nouvelles ». Après une brève rétrospective sur l'évolution du statut de la Coopération agricole, le rapporteur a examiné quelques-uns des points essentiels qui, dans le statut, font actuellement l'objet de discussions ou de critiques : l'engagement et le droit de retraite du coopérateur, le remboursement et la réévaluation des parts de capital social, le partage de l'actif en cas de liquidation, la limitation de la responsabilité des sociétaires et des administrateurs et la création éventuelle de coopératives commerciales.

M. Gabriel Vialettes, Administrateur de la Fédération nationale de la Coopération agricole et Président de l'Union régionale des Coopératives agricoles du Midi, a traité avec énergie de l'intervention des agriculteurs dans la transformation et la distribution des produits agricoles.

Il a montré le rôle de plus en plus important de la coopération, tant dans le domaine de la transformations de produits agricoles, que dans celui de la distribution tout en en signalant les problèmes que posent cette nouvelle orientation.

M. Driant, Sénateur de la Moselle, Président de l'Association des Présidents de Caisses régionales de Crédit agricole mutuel et Président de la Caisse nationale de Crédit agricole a fait un exposé très complet sur « les problèmes de crédit de l'agriculture et du monde rural ».

Après avoir analysé le rôle économique et social du Crédit agricole au stade de l'exploitation, son influence sur le développement de la coopération agricole et sur l'organisation des marchés, M. Driant a examiné l'extension de l'aide du Crédit agricole au monde rural ainsi que les réformes de l'institution qui devraient en être la conséquence.

M. Bonjean, Président de l'Union des Caisses centrales mutuelles, au cours d'un bref exposé, s'éleva contre les prescriptions du décret du 12 mai portant réorganisation de la Sécurité sociale agricole.

M. Milhau, Professeur de Droit à la Faculté de Montpellier et Vice-Président de la Confédération nationale, présenta une étude extrêmement brillante et documentée sur « le revenu agricole et ses conséquences pour l'établissement d'une politique agricole ».

MM. Hallé et Bréart, représentants agricoles de la France au Conseil économique et social de la Communauté économique européenne, ont mis les congressistes au courant de l'activité du Conseil en soulignant à la fois les difficultés rencontrées pour défendre les intérêts agricoles français et l'excellent esprit qui anime cependant l'ensemble des délégués agricoles et la majorité des représentants de l'industrie.

Il y a lieu également de signaler les rapports de M. Biset, Président de la Fédération nationale des Producteurs de lait et de l'Union nationale des coopératives d'élevage et d'insémination artificielle sur « le progrès technique et la vulgarisation », de Fressanges, Président de la Fédération nationale des coopératives d'utilisation de matériel agricole sur « le problème des jeunes, la formation des cadres et la promotion sociale » et de M. Savary, Secrétaire général de la F.I.P.A. sur « les problèmes agricoles européens et le problème agricole mondial » qui intéressèrent vivement

les congressistes tant par l'objectivité et le réalisme avec lequel ils furent rédigés et présentés, que par la haute élévation de pensée dont ils manifestèrent.

Enfin, M. du Douët de Graville, Secrétaire général de la Confédération a présenté le rapport général très important qui complète ceux qu'il a faits aux deux derniers Congrès.

Après avoir fait remarquer que la politique agricole française ne pourra, en définitive, être déterminée d'une façon précise que lorsque certains points essentiels de la politique agricole européenne seront connus, le rapporteur a rappelé un certain nombre de faits concernant la commission économique européenne et insisté sur les problèmes agricoles intérieurs esssentiels : Problème des prix agricoles où il est possible d'intervenir sans bouleverser l'ensemble de l'économie française et Problème des structures, en distinguant l'agriculture évoluée de l'agriculture archaïque et de l'agriculture marginale. Il a mis en valeur le rôle déterminant joué par les organisations agricoles de forme classique (syndicats à vocation générale, associations spécialisées, caisses mutuelles, coopératives, etc.) et celui que commencent à remplir de nouvelles formes d'organisations telles que les C.E.T.A., les groupements de vulgarisation et les centres de gestion. Il a préconisé un rapprochement plus étroit entre les anciennes institutions et les nouvelles en insistant sur la nécessité d'une coordination très étroite de toutes les organisations professionnelles agricoles.

En terminant, M. du Douët de Graville, après une brève analyse des méthodes employées par le syndicalisme ouvrier et le patronat pour défendre leurs intérêts, a souhaité que soit confiée à une organisation véritablement coordinatrice, la charge de définir les bases d'une conception générale économique et sociale sur le double plan national et international.

A la fin du Congrès, une déclaration générale et diverses motions ont été adoptées à l'unanimité :

Déclaration de politique générale :

Dans cette déclaration, le Congrès, compte tenu des constatations relatives aux revenus agricoles qui sont à la fois inférieurs aux autres revenus, dispersés à l'extrême et très fluctuants, estime qu'une politique agricole rationnelle doit s'inspirer des principes suivants :

— Régulation des revenus agricoles dans le temps.

— Atténuation des disparités des revenus agricoles.

— Amélioration du revenu moyen des agriculteurs.

La déclaration souligne aussi la nécessité du maintien d'une structure agricole du type familial et l'œuvre accomplie en matière de promotion sociale agricole par les institutions de Mutualité, de Coopération et de Crédit agricoles. Elle marque son désaccord sur la réforme des structures agricoles prises par décret sans accord des institutions intéressées.

La motion sur la coopération demande :

— La promulgation rapide des textes adoptés par le Conseil supérieur de la Coopération agricole.

— Le prolongement de la structure purement coopérative par des institutions complémentaires s'adaptant aux exigences des marchés français et étrangers.

— La collaboration des organisations professionnelles compétentes à tout projet de modification du statut de la coopération.

La motion sur le Crédit agricole :

— Souhaite que, pour remplir son rôle économique et social, le Crédit agricole s'appuie sur un réseau solide d'organismes de gestion, de comptabilité et de vulgarisation.

— Demande le développement du crédit aux coopératives et aux organismes économiques agricoles dans l'intérêt des agriculteurs comme des consommateurs.

— Approuve le principe de l'extension du champ d'action du Crédit agricole au monde rural.

— Souhaite une amélioration en ce sens du Crédit agricole et en particulier l'assouplissement du statut de la Caisse nationale de Crédit agricole.

— Donne un avis favorable à deux projets :

— création d'une société d'étude des problèmes économiques de l'agriculture et du monde rural.

— Création d'une société financière prenant une participation dans les organismes d'exécution des programmes d'investissements ruraux.

— Affirme son attachement indéfectible aux formules mutualistes et coopératives et s'oppose à toute formule d'étatisation des Caisses de Crédit agricole.

La motion sur la Mutualité

— s'élève particulièrement contre les dispositions du décret du 12 mai 1960 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la mutualité sociale agricole et demande que les amendements indispensables soient apportés à ce texte.

On peut donc, en terminant, affirmer l'importance du 42e Congrès de la Confédération nationale de la Mutualité, de la Coopération et du Crédit agricoles, tant par la valeur des rapports examinés que par le nombre des assistants, leur assiduité, leur attention et l'union dont ils ont fait preuve : union qui est plus que jamais nécessaire en raison de la situation de l'agriculture et qu'il faudrait d'ailleurs aussi voir se réaliser entre tous les Français.

PRÉSENTATION DE PLANCHES CONCERNANT LES ENNEMIS DES CULTURES (*)

M. Baratte. — Nous avons pensé qu'il était souhaitable de présenter à notre Compagnie un certain nombre de planches déjà éditées par l'A.C.T.A. et relatives aux ennemis des cultures.

En effet, il est intéressant de souligner cet effort de vulgarisation car il nous semble particulièrement heureux pour plusieurs raisons.

Tout d'abord il faut noter que la qualité et la précision des reproductions sont telles que l'utilisateur trouvera dans ce document une image très fidèle des ennemis qu'il doit combattre.

D'autre part, les renseignements portés sur chaque planche résument aussi clairement que possible les diverses caractéristiques utiles telles que : description, biologie, dégats, moyens de lutte, etc.

Enfin, il convient de signaler que cette réalisation est le fruit d'un travail mené en étroite collaboration avec les spécialistes de la question, notamment avec les services de l'I.N.R.A. ainsi que ceux des associations spécialisées.

Notons pour terminer que cette édition est faite avec le concours du Fonds de progrès agricole.

Au moment où chacun mesure l'importance des recherches agronomiques et la nécessité d'en vulgariser les résultats, il est encourageant de voir des réalisations intelligentes et « bien dans la note » telles que celle que nous nous sommes permis de vous signaler aujourd'hui.

M. Petitlauront. — Je voudrais simplement poser une question technique : Quel est le moyen de diffusion de ces planches qui peuvent être extrêmement utiles pour la vulgarisation et la formation professionnelle ?

(*) Éditées par l'Association de coordination technique agricole (A.C.T.A.).

M. Baratte. — Ces documents sont publiés et distribués. Ceux qui s'y intéressent peuvent s'adresser à l'A.C.T.A. qui les fait diffuser. Les responsables de l'A.C.T.A. se penchent d'ailleurs spécialement sur le problème de la diffusion pour atteindre, précisément, tous ceux qui méritent d'être atteints.

Cela ne servirait à rien de faire des planches parfaites si elles n'atteignaient pas ceux pour qui elles sont faites.

M. Petitlaurent. — Je pense surtout à l'enseignement.

M. Baratte. — Bien entendu, l'enseignement peut en tirer profit.

PRÉAMBULE A LA PRÉSENTATION DE DEUX NOTES

M. S. Hénin. — Je dois à l'absence de notre Confrère M. Barbier l'honneur de présenter l'une de ces notes. Les deux Notes ont d'ailleurs entre elles, une certaine parenté et se situent dans la perspective générale de l'étude des assolements.

MM. Ancelin et Redlich respectivement ingénieur et directeur du laboratoire du S.A.S., nous montrent par une série d'analyses, qu'après les cultures de pommes de terre et de pois, les quantités d'acide phosphorique sous forme très assimilable ou sous forme de réserve moins assimilable sont beaucoup plus élevées qu'après orge, blé et surtout luzerne. Certaines cultures auraient ainsi la propriété de modifier l'état des réserves du sol et constitueraient des précédents particulièrement avantageux, il y aurait donc une explication de l'influence du précédent cultural.

M. Fraigneaud assistant à la Chaire d'Agriculture de l'I.N.A. s'est efforcé d'appliquer les méthodes de la programmation linéaire au calcul de l'assolement le plus avantageux. Il s'agit d'un travail préliminaire ayant pour but de mettre en évidence les limites de la méthode. Celles-ci sont tout d'abord d'ordre purement matériel car on est amené à résoudre des systèmes comprenant de nombreuses équations ce qui est extrêmement laborieux et exige l'emploi de machines. Ce genre de calcul ne pourrait donc être effectué que par un service central, disposant du matériel nécessaire.

Le point le plus délicat est de mettre en équation certaines conditions comme la valeur du précédent cultural auquel nous faisions allusion à propos de la note de MM. Ancelin et Redlich. M. Fraigneaud montre cependant que l'on peut résoudre cette difficulté dans un certain nombre de cas et que par conséquent la programmation linéaire est susceptible d'être utilisée sinon en général, ce qui reste tout de même possible, du moins dans certains cas particuliers.

INFLUENCE DU PRÉCÉDENT CULTURAL SUR L'ACIDE PHOSPHORIQUE DES SOLS DE LIMON

par **MM. Ancellin et Redlich**
du Laboratoire Agronomique du S. A. S.

(*Note présentée par* **M. Hénin**)

Introduction

La notion de potentiel, ou d'activité, des ions phosphoriques du sol a été introduite par R. Schofield. Elle est à la réserve d'ions phosphoriques retenus en essaim par les particules colloïdales, ce que l'activité

des ions H^+, exprimée par le pH, est à la réserve titrable d'acidité du sol. Le potentiel phosphorique peut être apprécié d'après la concentration en phosphates d'une solution aqueuse en équilibre avec le sol dans des conditions standardisées. La fraction en solution des ions phosphoriques est très petite et ne modifie donc pratiquement pas leur état.

Or les analyses de terre effectuées en grande série par le laboratoire de Gargenville depuis 1954, comportent deux déterminations d'acide phosphorique, qui visent précisément à apprécier approximativement l'une le potentiel phosphorique, l'autre la réserve d'ions phosphoriques participant aux équilibres.

La première consiste en une extraction par le réactif acétoacétique de Morgan, qui ne sépare qu'une petite fractlon des ions phosphoriques; la quantité ainsi extraite sera appelée par commodité « P assimilable ». La deuxième détermination, au moyen d'acide citrique à 1 p. 100, fournit le P « dit en réserve ».

Nous estimons que la vitesse de mobilisation de l'acide phosphorique du sol varie en raison inverse du rapport de P « en réserve » à P « assimilable ». Les conseils basés sur cette conception ont abouti dans la pratique à des résultats très satisfaisants.

Base de l'étude

Le 20 mai 1959, nous présentions ici une première note sur le potassium. La communication présente est la suite de ce premier travail. Les bases de l'étude sont les mêmes : le champ d'essais du C.E.T.A. du Mantais. Ce champ d'essais est composé de huit bandes de dix-sept parcelles; chaque bande porte une culture de l'assolement-type étudié, chacune des dix-sept parcelles recevant les diverses formules de fumures étudiées. Dans cette étude, seules sont retenues les parcelles :

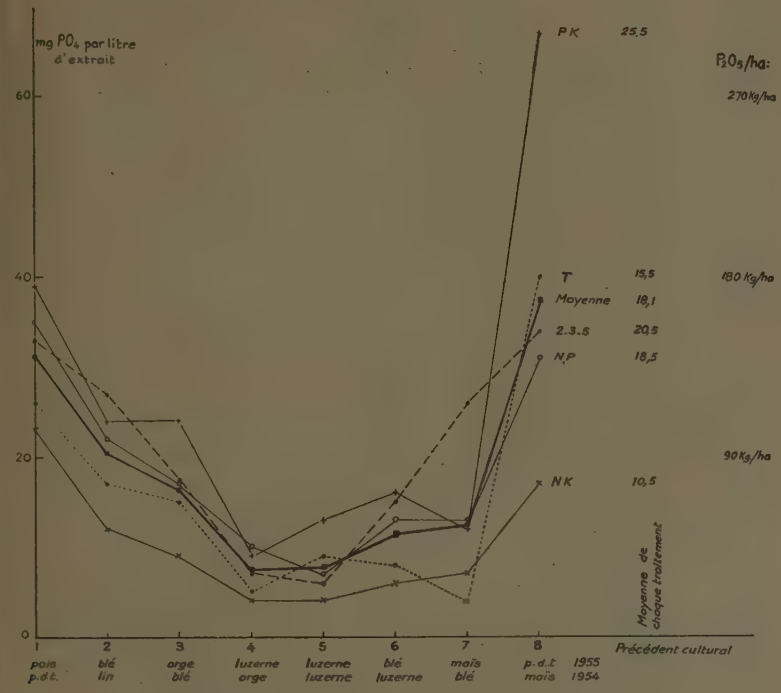
— sans engrais; T
— avec les trois binaires P K 0-3-5
N K 2-0-5
N P 2-3-0
— avec l'équilibre de référence 2-3-5.

Méthodes d'analyses

1° Les *analyses courantes* fournissent les deux dosages qui viennent d'être indiqués. La proportion terre-liquide est 1/2 pour le P « assimilable » ou P Morgan, 1/10 pour P « en réserve » ou P citrique. PO_4 extrait est dosé colorimétriquement au moyen du molybdate de quinine.

2° Des *analyses* particulières *par percolation* ont été effectuées sur huit échantillons prélevés en 1955, dans les parcelles dont les précédents culturaux étaient pommes de terre et luzerne de deux ans, et dont les fumures correspondaient aux équilibres choisis (à l'exception de l'équilibre 2-3-5). C'est l'acétate de soude acétique à pH 4,8 (réactif de Morgan) qui a été utilisé. Le percolat est recueilli par fractions successives.

Les résultats des analyses courantes et des percolations sont indiqués graphiquement, selon le principe adopté pour la première étude. Le graphique I correspond au dosage de l'acide phosphorique « assimilable »; le graphique II montre les variations du rapport des deux teneurs (P « en réserve » et P « assimilable »); le graphique III traduit les différences des teneurs en P « assimilable » des mêmes parcelles, entre 1953 et 1955. Enfin, les graphiques IV et V concernent les percolations.



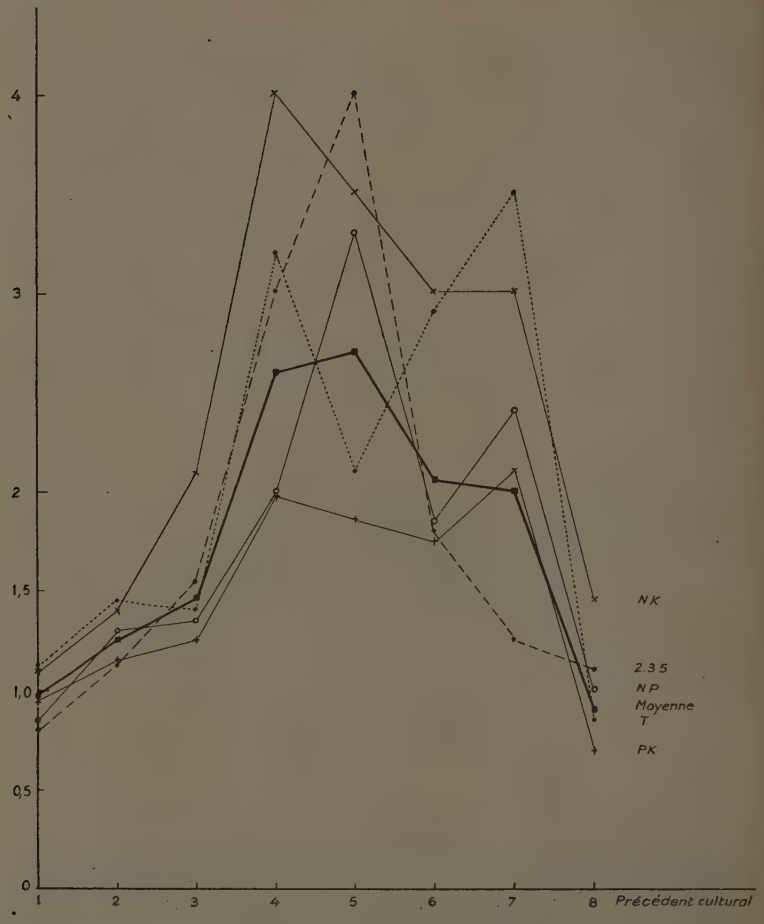
Graphique I. — P « assimilable » (acétoacétique) 1955

Étude des extractions « Morgan » de l'acide phosphorique dit « assimilable »

Le graphique I montre la grande variation des teneurs en fonction du précédent cultural et de la fumure appliquée. Les variations suivant le précédent cultural présentent des allures comparables quelle que soit la fumure. On peut donc penser que ces variations ont une cause commune indépendante des fumures. Il est alors possible de réduire cet ensemble de courbes à une courbe moyenne. Celle-ci montre deux maxima : le plus important, celui de la colonne 8, après pommes de terre (teneur moyenne 37,8) puis celui de la colonne 1, après pois en 1955, pommes de terre en 1954 (moyenne 31,2). La teneur pour précédent blé est de 20,4; elle décroît toujours pour l'orge : 16,4, et enfin elle est minimum pour la luzerne : 7.

Étude des extractions citriques de l'acide phosphorique dit « en réserve »

L'extraction acéto-acétique (Morgan) correspond en moyenne à environ 90 kilos par hectare de P_2O_5; l'extraction citrique, beaucoup plus énergique, dissout environ 800 kilos de P_2O_5 par hectare. Malgré

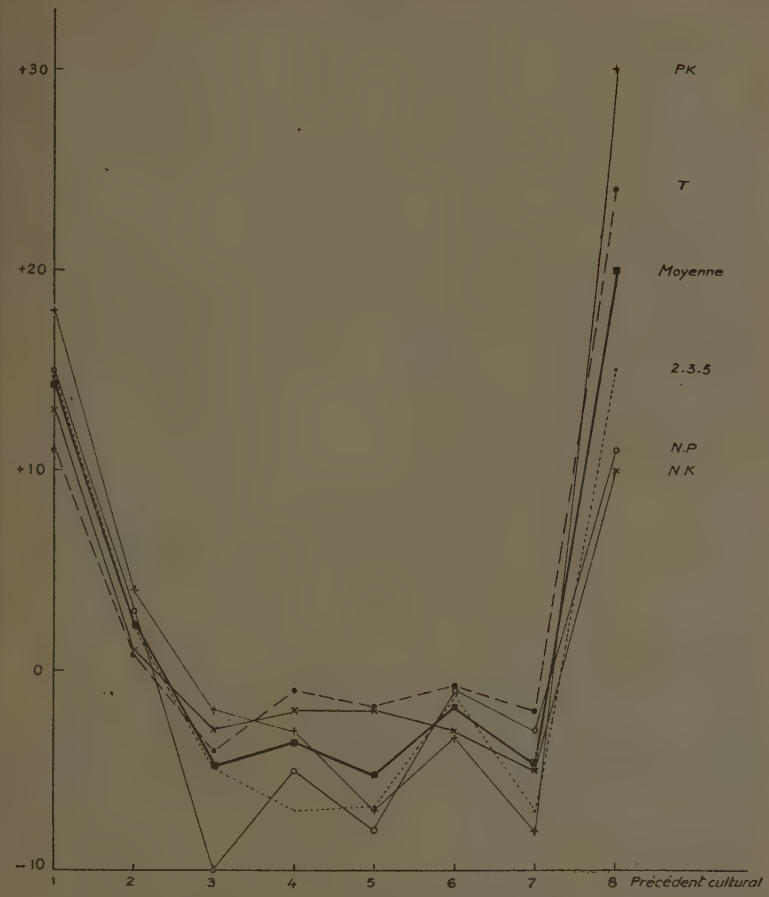


GRAPHIQUE II. — Rapport $\frac{\text{P citrique}}{\text{P acétoacétique}}$ 1955

cela, les courbes des teneurs en P citrique ont une allure très comparable à celles des teneurs en P Morgan : même point, haut particulièrement net, après pommes de terre (moyenne des extraits : 1 050 kilos P_2O_5 par ha), et même point bas, nettement marqué, après luzerne (550 kilos P_2O_5 par ha).

Toutefois, le P citrique accuse moins nettement l'influence du précédent cultural; en valeurs relatives le P citrique varie entre 1 et 2 alors que le P Morgan varie de 1 à 5. Cet écart n'est absolument pas explicable par le bilan de l'acide phosphorique.

Dans leurs interprétations d'analyses, les ingénieurs du S.A.S. attachent une certaine importance au rapport des deux teneurs en acide phosphorique. Le graphique II traduit la variation de ce rapport P

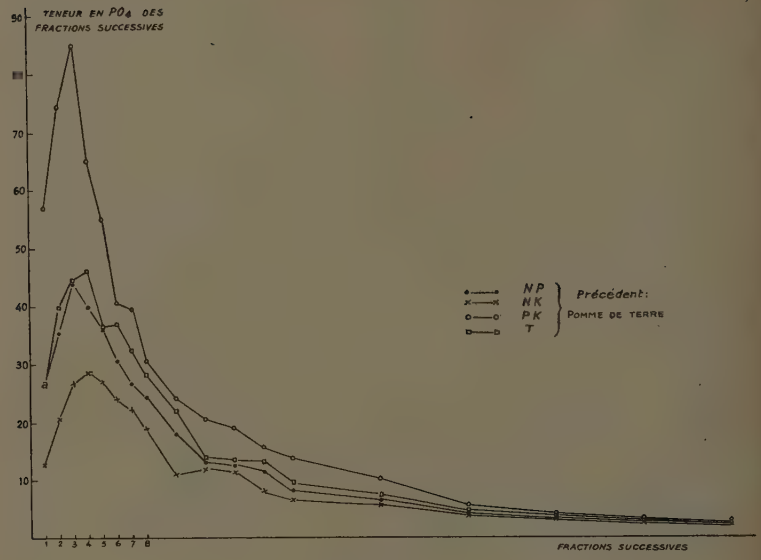


Graphique III. — PO_4 1955; PO_4 1953

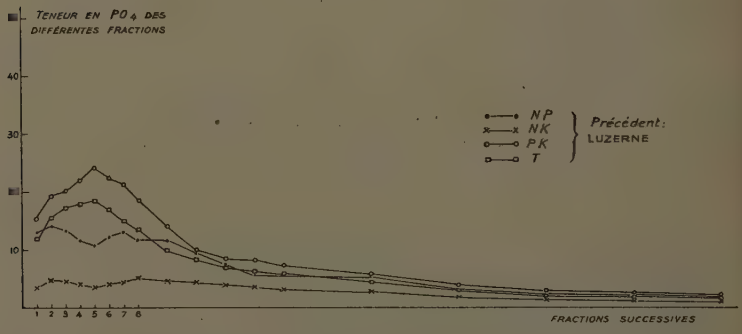
citrique /P Morgan, en fonction du précédent cultural. Alors qu'après pommes de terre il est voisin de 1, ce rapport est compris entre 2 et 3 après luzerne, ce que nous considérons comme l'indice d'une moindre mobilité. Le rapport d'une part et chacune des deux teneurs d'autre part varient donc en sens inverse.

Variations des teneurs entre 1953 et 1955

La même série de dosages effectués en 1953 présentait des variations de plus faible amplitude. On notait une meilleure continuité dans les teneurs; l'augmentation relative après pommes de terre était moins marquée. Pourtant, d'après le graphique III, traduisant les variations



GRAPHIQUE IV.



GRAPHIQUE V.

de teneurs en P Morgan entre 1953 et 1955, l'augmentation est nette dans les colonnes 1 et 8.

Pour l'extraction citrique, l'augmentation moyenne des teneurs pour les 40 parcelles étudiées est 60 kilos par hectare en deux ans. Mais, cette augmentation moyenne est due essentiellement aux variations constatées dans les colonnes 1 et 8. Pour cette dernière, en particulier, l'augmentation est 270 kilos par hectare. Elle n'est pas liée aux seuls apports d'engrais, qui n'ont été que de 126 kilos par hectare en moyenne pour les deux années.

Étude des percolations a l'acétate de soude acétique

Ces diverses constatations nous ont conduits à compléter notre étude par des analyses par percolation, l'acide phosphorique étant dosé dans les fractions successives. Les analyses ont porté sur 8 échantillons, ceux mêmes sur lesquels avait été conduite notre précédente étude sur le potassium; ils proviennent des parcelles recevant les trois binaires et le témoin, soit après pommes de terre, soit après deuxième année de luzerne.

Les graphiques IV et V présentent des allures très comparables : augmentation de concentration du percolat au cours des premières fractions, puis diminution régulière. Il est surtout intéressant de calculer la quantité totale d'acide phosphorique ainsi extrait et de comparer ce résultat à ce qui est extrait normalement dans l'acide citrique 1 p. 100 et dans un dosage de P_2O_5 total.

Le tableau ci-contre indique les résultats exprimés en kilo par hectare pour 5 000 tonnes de terre. On remarque des variations comparables entre les trois séries de chiffres.

Traitement	Précédent luzerne				Précédent pommes de terre			
	N P	N K	P K	T	N P	N K	P K	T
Total extrait par percolation. . .	700	317	910	735	1 280	1 020	2 075	1 350
par acide citrique .	920	560	960	780	1 228	1 000	1 820	1 380
P_2O_5 total	4 500	3 400	5 000	3 350	5 600	5 150	5 750	5 050

Ainsi des percolations au réactif acétoacétique, suffisamment prolongées, extraient des quantités du même ordre qu'un seul traitement à l'acide citrique, alors qu'une seule extraction acétoacétique, fortement influencée par le pouvoir absorbant du sol, donne un classement relatif très différent. On est donc autorisé à penser que la comparaison des deux dosages usuels fournit un indice de mobilité de l'acide phosphorique, et, en l'espèce, de l'influence du précédent cultural sur cette mobilité.

Conclusions

1° Cette note met en évidence les variations des teneurs en acide phosphorique en fonction du précédent cultural, dont l'influence dépasse celle de la fumure apportée.

2° Ce n'est pas en l'absence de toute fumure que l'épuisement du sol est le plus grand. La formule binaire N K entraîne un appauvrissement supérieur à la formule-témoin sans engrais, ce qui a déjà été maintes fois constaté.

3° La comparaison des analyses de 1953 et de 1955 fait penser que l'action propre de l'année et de sa climatologie peut accentuer ou atténuer l'influence du précédent.

4° La somme des quantités d'acide phosphorique extraites dans les premières fractions du percolat au réactif acétoacétique est du même ordre de grandeur que la quantité extraite à l'acide citrique dans une analyse courante. Les deux dosages usuels représentent donc des fractions d'acide phosphorique du sol distinctes par leurs vitesses de solubilisation.

5° Nous estimons que la comparaison des deux dosages fournit une indication sur la mobilité des ions phosphoriques en réserve, l'importance de ces réserves étant appréciée par la teneur en P citrique.

6° Dans la pratique, nous avons toujours remarqué les faits suivants, et ceci est à la base de nos conseils :

a) dans les terres en mauvais état structural, asphyxiantes le rapport de P citrique à P Morgan se situe à un niveau défavorable et il est préférable d'utiliser une forme soluble d'acide phosphorique avant semis. Il peut être nécessaire de compléter par une fumure de fond sous forme plus économique, s'il y a lieu d'enrichir le sol;

b) dans les terres en bon état, le rapport des deux déterminations est satisfaisant. On peut se contenter de fumures économiques : formes moins coûteuses à condition qu'elles puissent se dissoudre peu à peu dans le milieu cultural en question, à doses faibles si la terre est riche en P.

7° Toutes ces remarques soulignent l'importance d'une analyse de terre suffisamment détaillée. Considérer isolément les teneurs en acide phosphorique n'a pas grande signification. Mais l'ensemble des résultats permet de juger de l'état général du sol et de conseiller en conséquence les fumures à utiliser.

APPLICATION DES PROGRAMMES LINÉAIRES A LA DÉTERMINATION DES ASSOLEMENTS

par **Roger Fraigneaud** (*)

(*Note présentée par* **M. Hénin**)

Dans une note récente, M. Hénin avait analysé les données du problème de l'assolement. Une première méthode semi empirique avait également été proposée en vue de déterminer une répartition des cultures, se rapprochant de l'optimum tant au point de vue de la production que de l'utilisation des moyens de l'exploitation.

La difficulté que l'on rencontre si l'on veut discuter simultanément tous les éléments du choix de l'assolement par un raisonnement empirique nous a conduit à envisager l'utilisation d'un procédé plus rigoureux tiré des méthodes de la recherche opérationnelle : la Programmation linéaire.

La Programmation linéaire ne s'applique, comme son nom l'indique, qu'à des phénomènes transcriptibles sous forme d'équation linéaire.

L'expression « Programmation linéaire » désigne la résolution des problèmes du type suivant :

— soit un système de liaisons ou contraintes données sous la forme :

$$\begin{aligned} a_{1.1}x_1 + a_{2.1}x_2 + \ldots + a_{n.1}x_n &= b_1 \\ a_{1.2}x_1 + a_{2.2}x_2 + \ldots + a_{n.2}x_n &= b_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ a_{1.m}x_1 + a_{2.m}x_2 + \ldots + a_{n.m}x_n &= b_m \end{aligned} \qquad \text{(L)}$$

Trouver n valeurs positives ou nulles qui, attribuées aux variables x_1, x_2... x_n, satisfassent aux liaisons (L) et rendent aussi petites ou aussi grandes que possible la valeur d'une forme linéaire donnée :

$$C = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \qquad \text{(F)}$$

La forme sous laquelle ont été données les liaisons est encore applicable au cas ou certaines équations seraient remplacées par des inéquations de la forme :

$$a_{1.j}x_1 + a_{2.j}x_2 + \ldots + a_{n.j}x_n \leqslant b_j$$

$$a_{1.k}x_1 + a_{2.k}x_2 + \ldots + a_{n.k}x_n \leqslant b_k$$

(*) Institut national agronomique Laboratoire d'Agriculture.

car ces inéquations sont respectivement équivalentes aux équations :

$$a_{1.j}x_1 + a_{2.j}x_2 + \ldots + a_{n.j}x_n + x_{j+j} = b_j$$
$$a_{1.k}x_1 + a_{2.k}x_2 + \ldots + a_{n.k}x_n + x_{n+k} = b_k$$

pourvu que x_{n+j}, x_{n+k}, etc., soient positives ou nulles. Ces nouvelles variables sont appelées « variables additionnelles » ou variables d'écart.

Voyons comment ce processus peut s'appliquer à la recherche d'un assolement optimum dans le cadre d'une exploitation agricole.

– Dans un milieu déterminé, les facteurs agronomiques et économiques font apparaître qu'il est possible d'envisager un certain nombre de spéculations, ce nombre étant en général supérieur au nombre de spéculations actuellement réalisées sur l'exploitation. Soit :

$$x_1, x_2, \ldots x_n$$

les surfaces destinées à ces spéculations.

– L'exploitation agricole existante dispose de certains facteurs de production en quantité plus ou moins limitée. Nous en retiendrons principalement trois : la superficie de l'exploitation et les ressources en main-d'œuvre et en traction.

Nous sommes ainsi conduits à écrire un certain nombre d'équations tenant compte de ces facteurs.

1° La somme des surfaces consacrées aux différentes spéculations doit être égale à la surface totale des terres (S).

$$x_1 + x_2 + \ldots + x_n = S$$

2° *Traction.* — Si les disponibilités propres à l'exploitation peuvent recevoir de l'extérieur des appoints en temps voulu et sans limitation, ce facteur n'est plus limitant et n'interviendra pas dans les équations de restriction. Mais dans la majorité des exploitations l'apport de moyens de traction extérieurs n'est qu'exceptionnel et il faut compter exclusivement sur les disponibilités propres de l'exploitation.

On peut ainsi écrire que la somme des besoins en traction des différentes spéculations soit T_j est inférieure ou égale à ce dont dispose l'exploitation soit T, d'où l'équation :

$$t_1 x_1 + t_2 x_2 + \ldots + t_n x_n < T$$

chaque spéculation a des besoins en traction variables selon les saisons; d'où le risque de pointes de traction. Compte tenu des spéculations choisies au départ on peut déterminer les périodes supposées de pointes et écrire pour ces périodes les équations correspondantes.

En ce qui nous concerne, nous avons adopté un système relativement différent pour l'équation générale. A la place des besoins annuels en traction nous avons utilisé un coefficient d'intensité culturale propre à chaque culture. Ce coefficient donné par M. Réviron est d'ailleurs basé sur les exigences en traction. Cette modification a été introduite pour les facilités de calcul.

3° *Main-d'œuvre.* Le problème est posé de la même façon que celui concernant la traction. Toutefois, il est beaucoup plus difficile de juger les disponibilités propres de l'exploitation car il est bien rare qu'un rapport occasionnel ne puisse pas avoir lieu. L'équation générale des besoins en main-d'œuvre peut en tenir compte. Par ailleurs, pour la bonne marche de l'exploitation, il faut chercher à réduire autant que possible les pointes de main-d'œuvre et une équation de la forme suivante peut être introduite :

$$M_1 x_1 + M_2 x_2 + \ldots + M_n x_n < M_0$$

M_1, M_2... M_n représentent les exigences en main-d'œuvre de chaque culture pour la période considérée, M_0 représente les ressources en main-d'œuvre de l'exploitation pour cette même période.

Dans les exemples qui seront donnés plus loin, nous avons remplacé l'équation générale des besoins en main-d'œuvre par une équation faisant intervenir le rapport $\frac{\text{Main-d'œuvre}}{\text{traction}}$ chaque culture présentant une valeur particulière de ce rapport.

Dans les données indiquées ci-dessus nous n'avons pas tenu compte des conditions de rotation et de succession. Ces conditions peuvent souvent être mises sous la forme d'équations linéaires. Spécifier qu'une culture ne peut revenir que tous les trois ans sur le même sol revient à écrire que sa superficie dans l'assolement est au plus égale au tiers de la superficie totale.

$$x_f < \frac{1}{3} S$$

Ceci peut être valable aussi pour un groupe de cultures, céréales, plantes sarclées, prairies temporaires..., ce qui se traduira par des relations de la forme :

$$x_j + x_{j+1} + \ldots + x_{j+k} < \frac{S}{H}$$

En ce qui concerne les conditions de succession leur mise en équation apparaît *a priori* beaucoup plus délicate et n'a pas reçu encore de solution très satisfaisante.

D'autres contingences que nous classerons dans les facteurs économiques au sens large peuvent être traduites par des équations linéaires. Donnons deux exemples :

— Dans une exploitation donnée, compte tenu de l'organisation du marché, il est impossible d'écouler plus de tel tonnage d'un produit. Cela se traduira, par une superficie maximum à ne pas dépasser d'où la relation :

$$x_j < S$$

— Soit une culture exigeant un matériel spécialisé, donc relativement coûteux d'achat, et supposons que, dans le cas étudié, il ne soit pas possible de se le procurer par l'intermédiaire d'une C.U.M.A. ou d'un entrepreneur. Cette culture ne peut être rentable sur l'exploitation que si elle occupe une surface minimum Sf par exemple d'où la relation :

$$x_f > Sf$$

Méthodes de résolution

Une des méthodes de résolution des programmes linéaires est appelée « Méthode du Simplexe ». C'est celle que nous avons utilisée pour résoudre les exemples donnés ci-après.

Rappelons tout d'abord quelques définitions :

Un programme est un ensemble de valeurs x_i de signes quelconques satisfaisant à toutes les équations de liaison, c'est-à-dire une solution quelconque de système des équations de liaison.

Un programme réalisable est un programme où toutes les valeurs x_i sont positives ou nulles.

Une base est un ensemble de m variables de l'ensemble n dont les coefficients dans les équations sont tels que le système formé par m équations admette une solution. Ces m variables sont les variables principales relatives à cette base et les $(n\text{-}m)$ autres sont les variables, non principales.

Le programme principal associé à une base s'obtient par annulation des variables non principales et résolution des équations de liaison par rapport aux variables principales.

Un programme fondamental est un programme principal réalisable.

Un programme optimum ou solution est un programme réalisable optimisant la forme linéaire donnée.

Le processus employé dans la méthode du Simplexe est le suivant :

— On cherche d'abord un programme fondamental quelconque; une fois un tel programme trouvé, on détermine s'il assure ou s'il n'assure pas l'optimisation de la forme linéaire donnée. Dans l'affirmative ce programme constitue une solution des problèmes posés. Sinon on le remplace par un autre programme fondamental en échangeant les rôles d'une variable principale (que l'on retire de la base) et d'une variable non principale (que l'on y introduit) de manière à améliorer la valeur prise par la forme linéaire donnée.

Puis on répète s'il y a lieu ce processus, à partir du nouveau programme fondamental et de la nouvelle base.

Cette suite se termine nécessairement :

— soit par la détermination d'un programme optimum qui constitue une solution de problème posé;

— soit par la démonstration du caractère contradictoire des liaisons;

— soit enfin par la conclusion que l'ensemble des valeurs prises par la forme donnée, dans les différents programmes fondamentaux, n'admet pas de borne inférieure s'il s'agit de minimisation.

Exemple de résolution

Nous prendrons deux exemples tous les deux appliqués au Domaine de l'Institut national agronomique à Palaiseau.

A. — Dans une première phase nous étudierons le problème tel qu'il a été envisagé dans la précédente note, c'est-à-dire sans tenir compte des contraintes traction et main-d'œuvre.

Le tableau ci-dessous nous donne les cultures possibles, avec les rendements bruts supposés :

Culture	Rendement brut /ha N. F.	Désignation de la variable
Pomme de terre	4 000	x_1
Maïs	1 600	x_2
Blé	1 500	x_3
Pois	1 400	x_4
Orge	1 200	x_5
Colza	1 100	x_6

Les variables $x_1, x_2 \ldots x_6$ sont exprimées en p. 100 de la surface totale.

Compte tenu de ce qui a été dit ci-dessus, les différentes équations du programme sont :

Condition d'assolement $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 100$

Condition de rotation :

Blé rotation 2 ans . . . . . $x_3 < \frac{100}{2}$ soit $x_3 < 50$

Pois rotation 4 ans . . . . . $x_4 < \frac{100}{4}$ soit $x_4 < 25$

Orge rotation 2 ans . . . . . $x_5 < \frac{100}{2}$ soit $x_5 < 50$

Colza rotation 6 ans . . . . . $x_6 < \frac{100}{6}$ soit $x_6 < 16$

Maïs peut revenir sur lui-même.

Pomme de terre : sur la ferme les conditions économiques imposent une superficie maximum de 12 hectares.

Conditions de succession . . . . . $x_1 < 20$

En ce qui concerne le blé, ses meilleurs précédents sont les pommes de terre et le pois ce qui permet d'écrire :

$$x_3 \leqslant x_1 + x_4$$

Cette relation doit donner un résultat tel qu'il soit toujours possible de faire le blé sur pomme de terre ou sur pois.

Objectif

Le but poursuivi est de rechercher une rentabilité maximum sur l'exploitation. Pour des raisons déjà évoquées nous avons choisi de travailler sur le revenu brut de chaque culture.

La forme linéaire à rendre maximum est donc :

$$4\,000\,x_1 + 1\,600\,x_2 + 1\,500\,x_3 + 1\,400\,x_4 + 1\,200\,x_5 + 1\,100\,x_6 = C'$$

soit, après simplification :

$$40\,x_1 + 16x_2 + 15\,x_3 + 14\,x_4 + 12\,x_5 + 11\,x_6 = C$$

Après adjonction des variables d'écart le programme linéaire devient :

Étant donné les 7 liaisons suivantes :

$$\begin{aligned}
x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 &= 100 \quad (1) \\
x_1 + x_7 &= 20 \quad (2) \\
x_3 + x_8 &= 50 \quad (3) \\
x_4 + x_9 &= 25 \quad (4) \qquad (L) \\
x_5 + x_{10} &= 50 \quad (5) \\
x_6 + x_{11} &= 16 \quad (6) \\
x_2 - x_1 - x_4 + x_{12} &= 0 \quad (7)
\end{aligned}$$

maximiser pour des valeurs positives ou nulles des 12 variables satisfaisant aux 7 liaisons (L) la forme linéaire :

$$40\,x_1 + 16\,x_2 + 15\,x_3 + 14\,x_4 + 12\,x_5 + 11\,x_6 = C$$

La suite des calculs sur lesquels nous passerons, nous donne le résultat suivant :

$x_1 = 20$ Pommes de terre
$x_2 = 80$ Maïs

Soit pour la ferme une rotation : pomme de terre, maïs, maïs, maïs, maïs.

B. — *Deuxième exemple* : reprenant le même exemple avec les mêmes équations, nous avons cherché à introduire les contraintes main-d'œuvre et traction.

Traction. — Comme nous l'avons signalé, nous avons adopté pour cette contrainte les indices culturaux de M. Réviron.

Pour les cultures, ces indices sont :

Pomme de terre *Ic.*	65	Pois.	40
Maïs	65	Orge.	25
Blé	15	Colza	45

l'équation traduisant cette contrainte se présente sous la forme :

$$65\,x_1\,65\,x_2 + 15\,x_3 + 40\,x_4 + 25\,x_5 + 45\,x_6 \leqslant Tp \times 100$$

Tp étant l'indice possible de la ferme qui se calcule en faisant le rapport des disponibilités normales de la ferme en traction, exprimées en heures, sur le nombre d'hectares cultivés. Dans le cas présent *Ip* = 43 d'où simplification :

$$13\,x_1 + 13\,x_2 + 3\,x_3 + 8\,x_4 + 5\,x_5 + 9\,x_6 < 860$$

En ce qui concerne les pointes de travail, l'examen des cultures envisagées fait apparaître une période critique entre le 15 juillet et le 10 août correspondant à la moisson du colza, de l'orge et des pois; l'équation qui en résulte est :

$$4\,x_4 + 3\,x_5 + 5\,x_6 < 333$$

Main-d'œuvre. Chaque culture ayant des exigences propres en main-d'œuvre et en traction, il est possible de déterminer le rapport $\frac{\text{main-d'œuvre}}{\text{traction}}$ propre à chaque culture ce qui nous donne les chiffres suivants :

Pomme de terre	6,16	Pois	2,90
Maïs	5,15	Orge	1,77
Blé	3,38	Colza	2,14

Indice calculé sur l'exploitation 4,26 d'où l'équation après simplifications :

$$123\,x_1 + 103\,x_2 + 68\,x_3 + 58\,x_4 + 36\,x_5 + 34\,x_6 < 8520$$

En définitive nous obtenons le programme linéaire suivant :

Étant donné les 10 relations linéaires :

$$\begin{aligned}
x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 &= 100 && (1)\\
13\,x_1 + 13\,x_2 + 3\,x_3 + 8\,x_4 + 5\,x_5 + 9\,x_6 + x_7 &= 860 && (2)\\
123\,x_1 + 103\,x_2 + 68\,x_3 + 58\,x_4 + 36\,x_5 + 44\,x_6 + x_8 &= 8\,520 && (3)\\
x_1 + x_9 &= 20 && (4)\\
x_3 + x_{10} &= 45 && (5)\ (L)\\
x_4 + x_{11} &= 25 && (6)\\
x_5 + x_{12} &= 50 && (7)\\
x_6 + x_{13} &= 16 && (8)\\
x_3 - x_1 - x_4 + x_{14} &= 0 && (9)\\
4x_4 + 3\,x_5 + 5\,x_6 + x_{15} &= 333 && (10)
\end{aligned}$$

maximiser pour des valeurs positives ou nulles des 15 variables satisfaisant aux 10 liaisons (L) la forme linéaire :

$$40\,x_1 + 16\,x_2 + 15\,x_3 + 14\,x_4 + 12\,x_5 + 11\,x_6 = C$$

La résolution de ce programme nous donne la solution optimum suivante :

Maïs	24 %
Blé	38 %
Pois	18 %
Pomme de terre	20 %

Compte tenu du fait que le maïs fournit de bons résultats en se succédant à lui-même, une telle répartition des cultures peut donner lieu à la succession suivante :

— Maïs 4 ans;
— 3 fois la succession :
  Pomme de terre
  Blé
  Pois
  Blé

Remarque. - La culture du maïs exigeant des investissements en matériels spécialisés (semoir, machine de récolte, cribs...) qu'il faut amortir il aurait été normal d'inclure une nouvelle condition dans le pro-

gramme linéaire. Il semble raisonnable de considérer que compte tenu de ces faits, la surface minimum de maïs à introduire dans l'assolement doit être d'environ 15 hectares ce qui nous donnerait la condition :

$$x_4 > \frac{60}{15} \text{ soit } x_2 > 26\ \%$$

La résolution du programme précédent compte non tenu de cette condition nous a donné pour le maïs un chiffre de 24 p. 100 donc très voisin de 25 p. 100.

En incluant la condition de restriction pour la culture du maïs le programme obtenu nous donne comme solution :

Maïs	25 %
Orge	9,16 %
Pois	18,33 %
Blé	27,5 %
Pomme de terre	20 %

Ce nouvel assolement comportant une culture de plus que le précédent (orge), une surface en maïs très peu différente et donnant un revenu brut légèrement inférieur ne présente aucun avantage par rapport au premier. C'est donc le premier que nous adopterons.

Discussion de la méthode

La méthode en elle-même est précise, c'est-à-dire que l'on est sûr que le résultat obtenu représente bien la seule façon d'obtenir le revenu brut maximum compte tenu des données introduites au départ. Si on était sûr de l'exactitude des données de départ la discussion serait inutile. Malheureusement, il n'en est pas ainsi. L'évaluation du revenu brut propre à chaque culture n'est qu'une prévision qui vaut ce que valent les prévisions. Mais l'agriculteur ne peut pas agir différemment lorsque de lui-même il essaie de déterminer les spéculations qu'il adoptera pour la future campagne; or il doit obligatoirement faire un choix.

Le revenu brut a été choisi de préférence au revenu net, car, l'opposé de ce dernier il est une fonction linéaire de la surface cultivée.

Le revenu brut doit être établi à partir des rendements moyens possibles dans les conditions particulières de l'exploitation.

En ce qui concerne les besoins en travail il est évident que l'équation globale ne suffit pas à exprimer correctement les contraintes. Il est nécessaire d'exprimer la limitation des ressources pour diverses périodes de l'année. Il semble normal de ne pas étudier par exemple les besoins globaux des différentes cultures pour une période donnée mais seulement les besoins pour un travail déterminé (labour, binage, moisson) et ceci, compte tenu du matériel dont dispose la ferme. Dans les données de départ il est nécessaire d'étudier les possibilités que possède l'exploitation d'investir en matériel. Ainsi, si l'exploitation peut acheter une moissonneuse-batteuse, il ne sera peut-être pas utile de poser la contrainte relative aux travaux de moisson, ou bien on pourra la modifier en conséquence.

Pour l'achat d'un tracteur on peut raisonner autrement : un premier calcul peut être fait en tenant compte des disponibilités tractions existantes : un deuxième sera fait en indiquant l'achat d'un tracteur, ce qui permettra de se rendre compte si l'opération est rentable et si elle permet d'améliorer de façon certaine la productivité de l'exploitation.

De toute façon pour serrer le problème de plus près il faudrait pouvoir s'appuyer sur des normes de travail plus précises que celles dont nous disposons actuellement, comme on l'a déjà souligné dans la première note.

Une des objections les plus sérieuses à l'utilisation de ces techniques

est leur prix. Si la résolution d'un programme linéaire comme celui donné dans le premier exemple ne demande que trois à quatre heures de calculs, celle concernant le deuxième exemple demande une vingtaine d'heures. De plus ce deuxième exemple n'a pas la prétention d'être absolument complet. Par ailleurs, ces calculs ne peuvent être réalisés par un vulgarisateur. Ainsi peut-on se demander si l'utilisation des programmes linéaires serait payante pour améliorer la gestion d'entreprises de faible importance économique.

A notre avis, le processus d'utilisation de cette technique pourrait être le suivant :

— un questionnaire (qui reste à établir) serait rempli par le vulgarisateur en présence de l'agriculteur;

— ce questionnaire serait envoyé à un service central à l'échelon national, ou un spécialiste de ces questions pourrait résoudre les problèmes ainsi posés en utilisant des machines électroniques, dont on pourrait alors envisager l'amortissement.

Une telle organisation pourrait être effectuée soit par l'intermédiaire de groupements d'agriculteurs tels que les C.E.T.A., soit par l'intermédiaire des services de vulgarisation.

BIBLIOGRAPHIE

Mᵉ Closkey (J. F.) et Trefethen (F. M.). — Introduction à la Recherche opérationnelle (Dunod).

Vajda (S.). — Théorie des jeux et programmation linéaire (Dunod).

Heady (Earl O.). — Linear Programming Methodes.

Klatzmann (J.). — La technique des Programmes linéaires peut-elle être appliquée à la gestion des exploitations agricoles? *Bulletin de la Société d'Économie rurale*, nº 42, oct.-déc. 1959.

Weinschenck Göttinjen (Dr G.). — Grunzwertheorie und kalkulationsverfahrun im landwirstschaftlichen Betrieb. *Bericht über Landwirstschaft* H-4 1957 S. 729-960.

Réviron (C.). — Le budget de l'agriculteur. Étude publiée par le Centre national d'Études et d'Expérimentation de Machinisme agricole.

Hénin (S.). et Fraigneaud (R.). — Quelques considérations sur le problème des assolements. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France.*

INFLUENCE DE L'AURÉOMYCINE SUR LE MÉTABOLISME AZOTÉ DU PORC (*)

par Mme G. Charlet-Levy et S. Z. Zelter

(*Note présentée par* **M. Letard**, *en l'absence de* **M. Leroy**)

Les possibilités d'augmentation de la vitesse de croissance des animaux de ferme, en particulier du porc, sont recherchées depuis toujours par les zootechniciens. Entre autres éléments l'apport optimum de matières protéiques constitue un moyen d'action mais demande une connaissance approfondie du métabolisme azoté. Partant de l'idée que les antibiotiques exercent une influence favorable sur la nutrition azotée, des auteurs américains considèrent que l'addition de ces produits à la ration devrait permettre une réduction des normes azotées actuelles du porc, thèse qui fait encore objet de controverse.

Le mécanisme et le lieu d'intervention des antibiotiques sont insuffi-

(*) Laboratoire de Recherches de Zootechnie. Institut National Agronomique, Paris.

samment connus. Selon certains (1, 2, 3) ces substances « ajoutées » ne constituent pas un facteur de protéinogenèse; d'après François et Mitchel (4 *a* et *b*, 5), elles protégeraient les protides ingérés contre une désamination bactérienne dans le tractus digestif d'où il résulterait un effet d'épargne azotée et une action propice à la croissance.

Nous nous sommes demandé si l'addition d'auréomycine au régime du porc exerçait une action sur les dépenses azotées métaboliques et endogènes et si elle était en mesure d'améliorer la valeur biologique des protides ingérés.

Dispositif d'expérience

Deux essais sont effectués afin d'observer l'effet de la chlortétracycline (auréomycine) sur les éliminations d'azote fécal et urinaire après consommation de rations soit exemptes d'azote, soit hypoazotées ou normalement pourvues en protides.

Ces régimes sont distribués sans antibiotique ou additionnés de 20 milligrammes de chlorhydrate d'auréomycine par kilogramme de matière sèche.

La nature de l'expérience impose le recours à des régimes semi-synthétiques (papier filtre, cérélose, amidon, sucre, minéraux, huile de maïs, vitamines). Les protides alimentaires sont apportés exclusivement sous forme de poudre d'œuf commercial délipidé ou non.

Trois taux d'azote différents sont expérimentés correspondant à 0,0-4,0 et 10,0 p. 100 de matières azotées totales (N × 6,25).

Dix porcs de race Large White ou Danoise pesant entre 23 et 35 kilogrammes sont utilisés. Chaque animal est maintenu constamment dans une cage individuelle à métabolisme qui permet une récolte rigoureusement séparée des fèces et de l'urine. Conformément à la technique de Thomas-Mitchell, les bilans d'azote sont établis sur des périodes de huit jours, après dix jours d'adaptation aux modifications de régime. Les dosages d'azote sont effectués par la micro-technique de Kjeldahl sur des échantillons frais de matières fécales et d'urine.

Résultats et discussion

Les résultats sont résumés dans les tableaux I et II. L'administration de chlortétracycline à des sujets privés d'azote ne modifie pas la perte métabolique azotée fécale mais augmente la dépense endogène urinaire rapportée à la « taille métabolique » des animaux ($P^{0,70}$).

TABLEAU I

Influence de l'auréomycine sur les pertes azotées métaboliques et endogènes

	Sans auréomycine	Avec auréomycine
g N fécal % matière sèche ingérée . . .	2,243	2,166
g N fécal % matière sèche fécale	1,283	1,270
mg N urinaire / $P^{0,70}$.	133,8	129,3
mg N urinaire / $P^{0,70}$ après correction. d'âge.		109,5
Accroissement de N endogène urinaire dû à l'auréomycine		+18,1 %

TABLEAU II

INFLUENCE DE L'AURÉOMYCINE SUR LA DIGESTIBILITÉ VRAIE ET LA VALEUR BIOLOGIQUE

SUJET	SANS AURÉOMYCINE				AVEC AURÉOMYCINE			
	C.D.U. vrai (1)	Nda-Nu × 100 / Nda (2)*	Ndv-Nu × 100 / Ndv (3)*	V.B. (4)	C.D.U. vrai (5)	Nda-Nu × 100 / Nda (6)	Ndv-Nu × 100 / Ndv (7)	V.B. (8)
Expérience *a*) (1957) poudre d'œuf non délipidé : 4 % de protides.								
Cm	90,4	28,4	47,7	69,4				
Em	83,6	35,9	50,4	76,1				
Am					90,7	48,7	60,4	82,4
Dm					86,0	39,2	54,0	79,2
Expérience *b*) (1958) : poudre d'œuf délipidé : 4 % de protides								
Nm	93,2	14,6	50,4	69,1	90,6	44,3	64,1	91,4
Om	83,9	22,5	53,8	74,1	78,8	21,6	54,6	78,9
Moyenne générale	87,8	25,4	50,6	72,2	86,5	38,5	58,3	83,0
	±2,4	±4,5	±1,3	±1,7	±2,8	±5,9	±2,4	±2,9
% d'augmentation due à la présence d'antibiotique						±51,6 (1)	+15,4 (2)	+15,0 (3)
(poudre d'œuf délipidé : 10 % de protéines.)								
Pm	87,1	51,2	59,2	66,3	88,9	50,9 »	57,8	64,8
Qm	76,5	34,5	45,3	53,2	79,4	53,6	59,2	66,7
Moyenne	81,8	42,8	52,3	59,8	84,2	52,2	58,5	65,8
% d'augmentation dûe à la présence d'antibiotique.						+22,0	+11,2	+10,0

(1) 0,2 > P > 0,1.
(2) 0,05 > P > 0,02.
(3) 0,02 > P > 0,01.

* — Nda = N digestible apparent; Ndv = N digestible vrai; Nu = N urinaire.

Cette augmentation qui est de +18,1 p. 100 (0,2 > P ≠ 0,1) bien que non significative ne peut être négligée, car tous les sujets réagissent dans le même sens et avec une intensité comparable (tabl. I).

L'ingestion de chlortétracycline avec des rations comportant soit 4 soit 10 p. 100 de protides d'œuf n'influence pas la digestibilité vraie de l'azote (tabl. II col. 1 et 5); elle améliore la rétention azotée apparente de ces deux régimes respectifs de +51,6 p. 100 et de 22,0 p. 100 (tabl. II col. 6).

Après défalcation des dépenses métaboliques fécales le bilan de rétention vrai se trouve accru grâce à l'antibiotique de + 15,4 p. 100 au niveau protidique de 4 p. 100 et de + 11,2 p. 100 à celui de 10 p. 100. (tabl. II col. 7).

La valeur biologique calculée selon la formule de Mitchell, après soustraction des dépenses métaboliques et endogènes est augmentée en présence d'auréomycine de + 15,0 p. 100 pour la ration renfermant 4 p. 100 de protides d'œuf et de + 10,0 p. 100 pour celle à 10 p. 100. (tabl. II col. 8).

L'examen de la répartition de l'azote ammoniacal et de l'azote uréique urinaires éliminés au cours des périodes d'inanition azotée ou avec 4 p. 100 de protides indique que le pouvoir d'épargne de l'auréomycine s'exercerait plus spécialement sur l'uréogenèse, terme final du catabolisme des acides aminés : en présence de l'antibiotique, l'animal excrète par gramme d'azote digéré vrai 37,6 p. 100 en moins d'azote uréique qu'en son absence.

L'action d'épargne de la chlortétracycline qui, d'après nos résultats se manifeste avec netteté au niveau de la valeur biologique peut s'expliquer à la lumière des observations rapportées par François et Mitchell (4 *a* et *b*, 5) ainsi que par Carroll et collaborateurs (6); ces derniers auteurs remarquent que l'auréomycine améliore au niveau de l'intestin grêle le taux d'absorption de plusieurs acides aminés essentiels libérés au cours de la protéolyse digestive.

Les faits expérimentaux mentionnés suggéreraient qu'en présence d'antibiotique des quantités importantes de ces acides échapperaient à la désamination bactérienne et franchiraient la barrière intestinale. En parvenant simultanément au niveau cellulaire les dits métabolites s'y trouveraient dans un rapport plus favorable aux intersupplémentations, ce qui améliorerait la protéinogenèse cellulaire en diminuant les déchets cataboliques éliminés par l'urine.

Conclusions

Dans nos conditions expérimentales, l'incorporation de chlortétracycline à la ration du porc en croissance augmente, lors du jeûne protéique, les dépenses azotées endogènes urinaires.

En présence de protides alimentaires, l'auréomycine améliore nettement le métabolisme azoté en exerçant une action favorable par réduction des déchets cataboliques.

Le lieu de cette action peut être soit le tube digestif soit les tissus, soit les deux à la fois.

L'expérience ayant été faite avec des protides d'œuf seulement, il n'est pas possible de dire si le pouvoir d'épargne de l'auréomycine se manifesterait également pour toute autre source d'azote alimentaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Calett (C.), Rerat (A.). — *Ann. Zoot.*, 1956, **5**, 5-57.
(2) Shirley (R. L.), Wallace (H. D.), Davis (G. K.). — *J. Agric. Food Chem.*, 1954, **2**, 830-832.

(3) Squibb (L. R.), Salazar (E.), Guzman (M.), Scrimshaw (N. S.). — *J. Anim. Sci.*, 1953, **12**, 297-303.
(4) Michel (M.), François (A. C.). — *C. R. Acad. Sci.*, *a*) 1955, **240**, 808-810; *b*) 1956, **242**, 1770-1772.
(5) François (A. C.), Michel (M.). — *Ann. Nutr. Paris*, 1958, **12**, 152-161.
(6) Carroll (R. W.), Hensley (G. W.), Sittler (C. L.), Wilcox (E. L.), Graham (W. R. Jr). — *Arch. Biochem. Biophys.*, 1953, **45**, 260-269.

LE PROBLÈME DES TRAITEMENTS CONTRE LES TORDEUSES DE LA GRAPPE

par **R. Delmas**

M. Delmas, *correspondant.* — Les méthodes de lutte contre les tordeuses de la grappe, Cochylis ou Eudemis, furent rapidement modernisées après la guerre, par suite de l'adoption des nouveaux insecticides organiques de synthèse. On utilisa d'abord le zeidane dans les conditions mêmes où l'on employait auparavant l'arséniate de plomb, en traitant, en principe, *aussitôt avant* l'éclosion des chenilles. Le succès, bien souvent, répondit aux espérances. Mais en certains points ou certaines années, la protection fut mauvaise. Aussi, certains praticiens se mirent-ils à essayer successivement les nouveaux insecticides au fur et à mesure qu'ils paraissaient sur le marché. Le parathion donna d'excellents résultats, au moins quand la température était suffisamment élevée lors du traitement. Cependant alors que le zeidane ne semblait pas avoir amené de déséquilibres marqués dans les biocoenoses, les diverses formes des divers parathions, chacune peut-être avec une intensité un peu différente, provoquèrent (en certains milieux tout au moins et sur certains cépages) des pullulations massives d'acariens *Tetranychidae* (*Eotetranychus carpini vitis* Boisd. ou *Panonychus ulmi* Koch) (2, 5, 7, 8, 10, 11). Le mal était pire que celui que l'on voulait conjurer. On pensa d'abord revenir au zeidane mais pour essayer de rendre son emploi plus sûr, il fallait connaître les raisons de l'inconstance de son efficacité.

Une explication s'imposa rapidement : les insuccès étaient surtout fréquents là où prédominait la Cochylis, ce qui est d'abord attribuable à une *inégale résistance* des deux insectes à l'insecticide. Mais ses effets sont certainement aggravés par des différences dans leur comportement, dont l'essentiel peut se résumer ainsi : la Cochylis moins active, et productrice d'un fourreau soyeux beaucoup mieux différencié, reste toujours beaucoup plus à couvert et mange plus en profondeur. On se trouve donc amené à considérer séparément désormais les problèmes de lutte pour chacune des deux tordeuses qu'un souci de simplification exagéré tendait à assimiler l'une à l'autre trop facilement. C'est là un premier résultat important acquis ces dernières annés.

Mais il est une autre cause d'échec extrêmement fréquente : une *date* de traitement *non adaptée* à la matière active utilisée, difficulté qui se rencontre dans la lutte contre de très nombreux insectes. Dans notre cas, des études et des constatations sur le terrain faites aussi bien par les firmes commerciales intéressées (1, 3) que par des organismes professionnels ou des services officiels (12) ont mis l'accent sur cet aspect du problème et j'ai pu en vérifier moi-même, bien des fois l'importance.

Les matières actives à ce point de vue se divisent en deux grands groupes : *préventives* et *curatives*, sans qu'il y ait cependant une séparation absolue entre ces deux types. Pour les premières, l'insecticide *rémanent* que l'on a préalablement dispersé en attente sur la grappe autour de l'œuf, tue la chenille à sa naissance. Un retard dans le traitement est très grave car l'insecte ne peut que difficilement être atteint quand il a commencé ses dégats en profondeur. Dans le second cas, l'insecticide doit avoir comme principale qualité d'être *pénétrant*, et de pouvoir tuer l'animal déjà âgé et en profondeur.

On pourrait penser qu'une méthode rationnelle de lutte doit obligatoirement être préventive et empêcher tout dégât, qu'une intervention curative ne peut être qu'occasionnelle et servir seulement à réparer une erreur. C'est bien exact sur le plan théorique, mais, dans les régions méridionales la pratique n'est souvent pas de cet avis : elle traite curativement de façon délibérée, surtout lorsqu'il s'agit de vignobles à grand rendement et de cépages à vin. C'est qu'alors les premiers dégâts sont d'une faible importance économique, ils n'acquièrent une certaine ampleur qu'assez longtemps après l'éclosion, une intervention efficace les limitera à presque rien, même si elle est relativement tardive (tout au moins avant la véraison et quand la pourriture n'est pas à craindre). Les tenants du procédé, s'appuient pour soutenir ce point de vue sur des observations qui leur ont permis de préciser l'allure de la « courbe des dégâts » qu'ils estiment très lentement croissante les premiers jours (3). Il n'en reste pas moins qu'il y a quelques dégâts, mais en contrepartie les avantages du procédé sont considérables : on ne traite qu'à bon escient quand la présence des chenilles dans les grappes a permis de mesurer exactement le danger et de juger de la rentabilité de l'intervention (*). De plus dans le cas difficile de pontes très échelonnées, avec un produit uniquement *curatif* on peut se contenter d'un seul traitement très tardif en acceptant le risque de dégâts un peu plus importants, alors qu'un traitement uniquement *préventif* doit être réitéré quand la limite de rémanence de la matière active est atteinte et elle l'est souvent assez vite dans les régions chaudes et ventées.

Ces avantages de la méthode curative sont cependant souvent annihilés avec les insecticides actuels par les pullulations acariennes. Cela oblige alors à associer à leur emploi des traitements acaricides toujours chers. Ceux qui sont reconnus actuellement comme les plus efficaces (méthyl-déméton) doivent être faits séparément au début de la végétation avant que l'on puisse savoir quelle sera l'intensité de l'invasion des tordeuses et cela réduit à néant l'avantage principal de la méthode curative. Il vaudrait mieux l'associer à un traitement acaricide *simultané* pour lequel l'acaricide idéal est à découvrir.

Quoi qu'il en soit, les deux méthodes ont leurs partisans, au moins pour l'Eudemis, mais il faut appliquer chaque insecticide à la date voulue. C'est ainsi que le zeidane a surtout une action préventive comme l'arséniate de plomb, le parathion surtout une action curative : ils constituent les types de deux catégories de matières actives : autour de chacun d'eux se groupent en effet divers autres corps à normes d'utilisation plus ou moins analogues. Cependant, ce ne sont ni l'une ni l'autre, des matières actives idéales. Celles-ci devraient être d'abord également actives sur les deux tordeuses, ensuite à la fois suffisamment pénétrantes et suffisamment rémanentes pour pouvoir être utilisées en un seul traitement à date moyenne. Elles agiraient alors curativement sur les chenilles déjà écloses et garderaient suffisamment longtemps leur efficacité vis-à-vis de celles encore à naître. On allierait ainsi la latitude plus grande dans la date d'application des substances curatives à l'action plus rationnelle des substances préventives. De plus le traitement ne devrait pas favoriser les pullulations acariennes. Comme il y a sur le marché une gamme de produits de plus en plus étendue, on peut espérer y en trouver un plus satisfaisant sur certains points que ceux qui ont déjà été éprouvés. C'est dans ce but que, dans le cadre de l'I.N.R.A. des essais de traitements sont conduits d'une part par le Laboratoire de Recherches de la chaire de

(*) Il est très difficile de prévoir plus tôt l'intensité de l'attaque. On ne peut trouver aucune relation simple entre le nombre des papillons observés par quelque méthode que ce soit (appâts-pièges, lampes, observation directe) et celui des œufs déposés qui dépend de multiples facteurs météorologiques dont l'action est difficile à apprécier. Le comptage des œufs est peu pratique pour un exploitant et d'ailleurs tous n'éclosent pas.

Zoologie de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, d'autre part, par la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest. Si nos espoirs ont été déçus jusqu'ici en ce qui concerne la découverte d'un insecticide plus efficace que les parathions ou encore ayant plus de souplesse dans son utilisation c'est-à-dire préventif et curatif à la fois, et si nous n'avons pu encore prouver qu'il en existe de moins favorisants pour les acariens pour une efficacité à peu près comparable, nous avons cependant pu acquérir quelques notions précises sur les possibilités de certaines matières actives nouvelles. C'est d'une partie des résultats obtenus ces dernières années, ceux qui concernent de nouveaux esters phosphoriques dont nous ferons état dans la communication ci-après, d'autres portant sur des substances toxiques chimiquement très différentes, nécessitant encore de nouveaux essais pour vérification au cours des prochaines campagnes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) [Anonyme]. — Essais de traitement contre la Cochylis dans les vignobles de Haute-Provence. La Tour d'Aigues, 1954. *Rapport Le Fly-Tox*, Paris.

(2) Bernon (G.). — Les araignées rouges. *Le Prog. agric. et vitic.* Montpellier, nov. 1954, **142**, n° 47-48, 293-294.

(3) [Blanc (H.)]. — Les vers de la grappe, Nouvelles données biologiques. Méthode rationnelle de lutte. *Les cahiers du département agricole d'Esso Standard.* Paris, juin 1957, n° 4, 1-69, 9 tabl., 29 graph.

(4) Boyer (L.) et Badour (C.), Francot (P.) et Maury (P.), Cuisance (P.) et Richard (M.). — Résultats du premier essai de lutte concertée et collective contre les vers de la grappe de 2e génération en 1952 entrepris à Mailly-Champagne (Marne). Épernay, 1953,

(5) Branas (J.). — La végétation, le climat, l'araignée rouge. *Le Prog. agric. et vitic.*, Montpellier, août 1954, **142**, n° 31, 52.

(6) Delmas (R.). — Les tordeuses de la grappe. *Journées fruitières d'Avignon*, 1955.

(7) Delmas (R.). — France. Rapport national. Acariens. *VIIIe Congrès international de la vigne et du vin* (*Valparaiso*). *Lutte contre les ennemis animaux de la vigne.* Paris 1959, 60-69.

(8) Delmas (R.) et Rambier (A.). — L'invasion des araignées rouges sur la vigne. *Le Prog. agric. et vitic.*, Montpellier, août 1954, **142**, n° 34-35, 101-104.

(9) Malbrunot (P.), Richard (M.) et Pineau (B.). — Essais de lutte contre la Cochylis effectués en champagne au cours de l'année 1959. *Comité interprofessionnel du vin de champagne. Services techniques. Rapport ronéotypé.* Épernay, 1959.

(10) Mathys (G.). — Le problème de la lutte contre les araignées rouges de la vigne. *Rev. rom. agri. vitic. arb. Lausanne*, 1954, 81-84.

(11) Rambier (A.). — Les tétranyques nuisibles à la vigne en France continentale. *Rev. zool. agr. appl.* **57**, n° 1-3, 1-20, 9 fig.

(12) Soulie (H.). — Les avertissements « Tordeuses de la grappe » en France. *C.E.P. Commission « Avertissements agricoles et planification des traitements ». Rapport sur les travaux des réunions du 8 au 12 septembre 1958*, 10-14.

ESSAI D'INSECTICIDES DU GROUPE DES ESTERS PHOSPHORIQUES EN TRAITEMENTS CURATIFS CONTRE LA COCHYLIS

par **R. Delmas (1)**

M. Delmas, *correspondant.* — Les essais de mon laboratoire ont été conduits en 1958 et 1959 dans la région de Pont-Saint-Esprit (Gard) où nous avons eu l'avantage de trouver pendant quelques années une population de Cochylis à peu près pure (98 %) avec un taux d'infection

(1) En 1959, les travaux sur le terrain ont été conduits par M. F. Leclant contractuel scientifique actuellement sous les drapeaux.

suffisant et régulièrement réparti pour les deux générations. Le cépage était en 1958 du 18 315 SV relativement jeune, en 1959 de l'Aramon âgé de 30 ans. Ils étaient taillés en gobelet bas plantés à 1,50 m sur 1,50 m.

En 1958, je me suis proposé surtout de mettre au point une méthode d'évaluation de l'efficacité, pratique et suffisamment sûre, et j'ai effectué des tests d'orientation avec un certain nombre de matières actives nouvelles. En 1959, nous avons repris certaines d'entre elles pour une expérimentation plus soignée et nous en avons testé quelques autres.

Je donnerai ici seulement les résultats obtenus avec les esters phosphoriques. Trois d'entre eux ayaient été retenus pour essais, à cause de leur nouveauté ou de certaines particularités de leur mode d'action. Mais auparavant j'exposerai notre méthode de travail un peu particulière en donnant les raisons qui me l'ont fait adopter.

Dispositif expérimental

Il pourrait paraître souhaitable que tous les expérimentateurs de produits phytopharmaceutiques appliqués à la lutte contre les tordeuses de la grappe emploient partout les mêmes méthodes de façon à obtenir des résultats aussi comparables que possible. Cependant l'expérience montre que cela n'est pas pratique parce que les conditions ne sont jamais les mêmes. Il y a avantage pour faciliter les opérations, mais aussi pour tirer des essais plus d'enseignements, à utiliser une méthode adaptée aux diverses conditions locales : distances de plantation et taille des souches, vigueur de la végétation, intensité de l'infection et aussi au type d'insecticide que l'on désire utiliser.

Il est certain par exemple, que les vignobles palissés sur fil de fer se prêtent assez mal à l'utilisation des carrés latins et conviennent moins mal à la méthode de blocs. L'intensité de l'infection et la vigueur des souches sont par ailleurs des considérations de première importance dans le choix du dispositif expérimental. Une infection relativement forte permet de réduire les dimensions des parcelles élémentaires tout en faisant porter les comptages sur un nombre très suffisant d'insectes si les souches sont vigoureuses. Cette réduction des parcelles permettant de loger l'ensemble des essais dans une surface plus réduite, il est beaucoup plus facile d'en choisir une qui soit homogène, à la fois pour l'encépagement, la vigueur des souches et l'infection par les chenilles. Les traitements sont plus faciles à exécuter avec un soin bien contrôlé. Je considère que l'infection optimale doit être de l'ordre de 2 chenilles par grappe (les grappes ayant, dans les localités où j'opère une centaine de grains environ quand elles sont développées). Dans ces conditions, si chaque souche porte de 20 à 25 grappes (cas de 1959) le nombre de chenilles par souche atteint 40 à 50 et il devient possible de n'effectuer les comptages que sur une seule souche pour chaque répétition. Cette miniaturisation des essais permet des observations beaucoup plus soignées. On pourrait m'objecter que l'on risque en ce faisant de s'éloigner beaucoup des conditions de la pratique agricole en ce qui concerne la façon de traiter. C'est peut-être vrai, mais je pense que dans des essais destinés à tester des produits nouveaux, il faut d'abord être renseigné sur ce que peut donner le produit utilisé dans des conditions optimales encore voisines des conditions des essais de laboratoire, vient ensuite l'expérimentation à plus grande échelle dans les conditions de la pratique habituelle ou avec les modifications qui paraissent pouvoir lui être utilement apportées.

C'est dans cet esprit que nos essais de 1959 ont été faits en carrés latins avec six répétitions, chaque parcelle élémentaire comprenant neuf souches en carré, la souche centrale de chaque parcelle étant seule prise en considération lors des comptages et comptée en totalité, dispositif que permettaient dans ce cas le mode de conduite de la vigne, l'intensité et l'homogénéité de l'attaque ainsi que la vigueur des souches.

Traitements

Persuadés que les courbes de vol telles qu'elles résultent de l'interprétation des piégeages habituels, alimentaires ou lumineux, ne donnent que des indications très approximatives pour la fixation de la meilleure date de traitement, nous avons toujours fixé celle-ci d'après l'observation directe des œufs et des éclosions dans le vignoble. Nous n'avons fait que des pulvérisations pour les deux générations ce qui permet d'éviter plus facilement qu'avec des poudrages la dispersion de l'insecticide d'une parcelle à l'autre, sous l'effet du vent; mais a l'inconvénient, en deuxième génération, quand les grappes de souches très vigoureuses ont leurs grains très serrés, d'assurer une moins bonne pénétration de l'insecticide à leur intérieur. Le pulvérisateur était un pulvérisateur à dos d'un type courant donnant une pression voisine de 6 kilogrammes; on a employé en moyenne 0,28 l de liquide par souche.

Comptages et évaluations de l'efficacité

Quand il s'agit d'apprécier un traitement préventif, on compte parfois simplement toutes les grappes attaquées dans chaque parcelle, ou sur un nombre de souches déterminé, mais, comme il y a souvent plusieurs chenilles par grappe et des grappes sans chenille, on ne peut avoir ainsi une idée exacte de l'effectif de la population. Il vaut mieux compter toutes les chenilles ce qui suppose, en deuxième génération, d'égrener les grappes à gros grains serrés pour voir les orifices d'entrée situés sur la face intérieure des baies et d'ouvrir ces grains piqués ou pourris pour y vérifier la présence de chenilles. Le procédé vaut aussi bien pour les traitements curatifs que pour les préventifs. En première génération l'opération est notablement plus facile car les petits agglomérats de fleurs où sont alors les chenilles sont bien visibles et leur ouverture facile à l'aide de pinces.

De plus, l'expérience nous a montré que, lors du comptage, s'il est fait de 7 à 15 jours après le traitement, il est possible de retrouver les chenilles tuées, leur cadavre étant suffisamment conservé. Nous avons donc pris l'habitude de dénombrer les chenilles vivantes et mortes. Le travail est assez long mais les résultats nous paraissent plus instructifs et, dans le cas de traitements délibérément curatifs effectués après la naissance du dernier œuf, des chiffres obtenus se déduit immédiatement une évaluation de l'efficacité e selon la formule : $e = \frac{M}{M + V} \times 100$; V étant le nombre de chenilles vivantes et M celui des mortes (1). On ne tient évidemment pas compte ainsi de celles qui auraient pu fuir par suite d'une action insectifuge. Le nombre des individus mis hors de cause et l'efficacité, sont sous-estimés de ce fait. En réalité l'erreur est pratiquement nulle (pour les substances expérimentées) comme j'ai pu m'en rendre compte en comparant le nombre de glomérules vides des grappes traitées et des témoins en première génération. On ne tient pas compte par ailleurs de la mortalité naturelle qui fausse les résultats en sens inverse mais est souvent très faible ou nulle. (Elle n'a été importante qu'en deuxième génération de 1959 atteignant environ 9 p. 100 sur les témoins alors qu'elle est en général de l'ordre de 1 %.)

Les témoins non traités, toujours conservés dans nos essais, nous ont permis d'évaluer l'efficacité d'après la méthode habituelle et la formule $E = \frac{Vt - V}{Vt}$; Vt étant le nombre de chenilles vivantes d'une partie

(1) Il s'agit en réalité, comme le dit plus exactement Chaboussou du « pourcentage de mortalité dans les larves retrouvées ».

déterminée du témoin et V le nombre de chenilles vivantes sur un élément de même importance (1) de la parcelle traitée.

Nous donnerons les évaluations obtenues par les deux méthodes qui montrent une concordance assez satisfaisante en pareille matière.

L'infection générale moyenne le jour des comptages exprimée en nombre moyen de chenilles vivantes « pour 10 grappes », pour la première génération « par kilogramme de grappes » pour la deuxième a été : 10,73 par kilogramme en 1958 (11), 19 pour 10 grappes en 1959 (1), 16,7 par kilogramme en 1959 (11).

Nous avons toujours traité certaines parcelles avec une matière active de référence à efficacité bien connue, le parathion éthylé, pour juger de la bonne exécution et de la bonne date des traitements.

Cette efficacité du parathion éthylé évaluée avec les méthodes exposées ci-dessus a donné les chiffres suivants (2).

	1958-II	1959-I	1959-II
Nombre moyen de chenilles restées vivantes	1,3 kg	0,2 10 grappes	0
e	84 %	99 %	100 %
E	87 %	99,5 %	100 %

Voici maintenant le résultat des essais de trois autres esters phosphoriques plus nouveaux.

Phosphate de diméthyle et de 2-méthoxycarbonyl-1-méthyl vinyle

Cette matière active aurait pour caractéristique principale une action à distance s'exerçant même vis-à-vis d'insectes non piqueurs tels que les chenilles, contrairement à ce qui se passe habituellement pour les plus connus des corps télétoxiques. C'est d'abord pour vérifier cette affirmation que nous l'avons incluse dans nos essais. Comme elle est, dit-on, très rapidement détruite dans les tissus de la plante, donc sans grande rémanence, nous ne pouvions envisager de l'utiliser qu'en traitements purement curatifs : exécutés après l'éclosion du dernier des œufs. C'est ce que nous avons fait. La dose employée a été de 50 grammes MA par hectolitre.

En première génération de 1958 (30/V) nous avons tenté l'action du produit par traitements individuels de quelques grappes contenant un nombre de chenilles préalablement déterminé par observation directe. En deuxième génération (18/VII) nous avons inclus le traitement dans des blocs expérimentaux et, pour les deux générations de 1959 (23/V

(1) Comptages ramenés au même nombre de grappes en première génération, mais au même poids de grappes en deuxième ce qui est plus rationnel et facile à ce moment étant donné le poids assez important atteint par ces organes.

(2) Les différences entre 1958 et 1959 s'expliquent par les doses différentes (12,5 g MA /hl en 1958 et 250 g MA /hl en 1959).

et 10/VIII) dans des carrés latins. L'efficacité évaluée par les deux formules déjà indiquées a été :

	1958-I	1958-II	1959-I	1959-II
Nombre moyen de chenilles restées vivantes .	0	1,31 /kg	0,3 /10 grappes	1,5 /kg
e	100	83	97	92
E	100	88	98	91

Parallèlement à ces essais destinés à éprouver l'efficacité totale de la matière active dans des traitements du type courant nous avons voulu en tester l'effet télétoxique. Nous avons en 1958 (première génération) traité entièrement une souche dont certaines grappes avaient été placées sous sacs de plastique pendant la durée du traitement mais libérées aussitôt après. Le comptage des chenilles nous a permis de vérifier dans ces conditions l'effet à distance: il ne restait plus qu'une chenille vivante contre 19 mortes dans les grappes encapuchonnées. Le même essai a été repris en 1959 par M. Leclant avec une variante; le sac a été laissé sur la grappe jusqu'au comptage intervenu 10 jours plus tard. Le résultat a été du même ordre.

Par contre, il ne semble pas que l'effet à distance puisse se faire sentir d'un sarment à l'autre; en 1958, une souche ayant été traitée sur une de ses faces seulement, l'autre moitié étant protégée par un écran, il n'y a pas eu de mortalité de chenilles appréciable dans la partie non traitée, même sur des sarments adjacents à la partie traitée.

Nous avons pensé que cette action à distance sur une chenille surtout endophage était intéressante à signaler. Cependant, cette matière active ne nous semble pas offrir d'avantages par rapport au parathion. Celui-ci se classe plutôt mieux comme action insecticide aux doses utilisées; il est moins toxique pour l'homme et, peut être plus rémanent. Le prix de revient doit aussi entrer en considération. Toutefois, si l'on pouvait mettre en évidence une différence du point de vue des pullulations acariennes induites, le produit pourrait devenir très intéressant.

Phosphamidon

Cette matière active, également télétoxique n'a été testée qu'en 1959. Elle a l'avantage d'être moins toxique pour l'opérateur que le parathion mais cela ne nous paraît pas compenser sa moindre efficacité. A la dose de 20 milligrammes MA par hectolitre nous avons eu :

	1959-I	1959-II
Nombre moyen de chenilles restées vivantes	3,2 /10 grappes	7,1 /kg
e	76 %	69 %
E	83 %	57,5 %

Dithiophosphate de diméthyle et de 4 oxo 3 H 1, 2, 3 benzotriazine 3-méthyle

Ici la matière active n'est pas télétoxique. On la dit de toxicité pour l'homme voisine de celle du parathion méthylé. Nous ne l'avons testée qu'en deuxième génération de 1958 sans résultats très intéressants en

traitements curatifs $e = 70$; nombre moyen de chenilles restées vivantes par kilogramme : 1,67.

Cela confirme semble-t-il l'affirmation courante que son pouvoir pénétrant est moindre que celui du parathion mais, comme l'expérimentation effectuée sur le carpocapse semble montrer qu'il a une rémanence plus grande, nous pensons qu'il y aurait intérêt à voir ce qu'il pourrait donner en traitements intermédiaires (semi-curatifs). Si les résultats étaient satisfaisants et si la valeur *acaricide* qu'on lui reconnaît habituellement se vérifiait sur *Eotetranychus vitis* Boisd., ce corps présenterait un très gros intérêt pour la solution de notre problème, mais il ne faut peut-être pas trop se faire d'illusions sur l'intérêt pratique d'un insecticide dont la date d'application demande à être trop exactement fixée.

Comme conclusion, les résultats de ces quelques essais joints à tout ce que l'on sait pour d'autres esters, nous amènent à conclure que pour l'instant, il n'est pas possible de remplacer le parathion par d'autres corps du même groupe aussi efficaces tout en étant moins toxiques pour l'homme. L'obligation de l'associer dans certaines circonstances de lieu à un traitement acaricide préventif simultané demeure tant qu'il n'aura pas été prouvé qu'un autre corps d'efficacité suffisante (peut-être l'un de ceux que nous avons testés) ne provoque jamais de pullulations acariennes. C'est dans ce sens que semblent devoir porter désormais les recherches.

P. S. — J'ai été heureux de trouver dans le compte rendu d'essais effectués en 1959 par les Services techniques du Comité interprofessionnel du vin de Champagne des résultats concordant bien avec les miens pour l'ester de méthoxycarbonylméthylvinyle et l'ester dérivé de la benzotriazine.

ESSAIS DE DIVERS INSECTICIDES CONTRE LA COCHYLIS (Clysiella ambiguella Hb) et l'EUDEMIS (Lobesia botrana SCHIFF.) DANS LE BORDELAIS EN 1959

par **F. Chaboussou (1)**

Directeur de la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest
Pont-de-la-Maye (Gironde)

I. — Introduction

Des considérations du même ordre que celles évoquées par R. Delmas dans sa première note, nous ont fait également entreprendre dans le Bordelais des essais de traitements chimiques contre la Cochylis et l'Eudémis.

En effet, à la suite de l'utilisation des esters phosphoriques contre les vers de la grappe, on assiste depuis plusieurs années et en particulier depuis 1955, à de brusques et graves pullulations de Tétranyques et notamment de *Eotetranychus carpini vitis* Boisd. et de *Panonychus ulmi* Koch.

Dans un autre travail, nous nous proposons d'ailleurs d'étudier le mécanisme intime de cette multiplication qui ne nous paraît pas résider simplement dans un déséquilibre biologique dû à la seule et éventuelle destruction de prédateurs ou de parasites. Pour l'instant, nous nous bornerons à indiquer qu'à la suite de divers relevés de populations de Tétranyques associés à des analyses foliaires, ces proliférations nous paraissent être liées à l'élévation dans la plante du taux de certains éléments tels que l'azote et la potasse.

Quoiqu'il en soit, à l'heure actuelle, certains viticulteurs du Bordelais préfèrent subir les dégâts de l'Eudémis ou de la Cochylis dans la crainte

(1) Avec la collaboration technique de J.-P. Carles.

où ils sont de voir pulluler les Tétranyques à la suite de l'utilisation des esters phosphoriques.

En entreprenant ces essais, notre but était donc, grâce à l'étalonnage d'efficacité des différents produits essayés, de mettre en évidence l'éventuel intérêt d'un nouvel insecticide valable dans la lutte contre les vers de la grappe, mais aussi ne présentant pas ce redoutable inconvénient d'entraîner des pullulations de Tétranyques.

II. — Époque des interventions et procédés de traitement

Nous avons procédé à quatre essais : trois en première génération, dont deux contre la Cochylis et un contre l'Eudémis, le quatrième contre la deuxième génération de l'Eudémis.

En fait, les trois traitements contre la première génération qui ont eu lieu respectivement à Saint-André-de-Cubzac, Cardan et Sainte-Croix-du-Mont, ont été dirigés contre des populations mixtes dont le tableau I donne le détail. Toutefois, à Sauternes, en deuxième génération, il s'agissait exclusivement de l'Eudémis.

Le même tableau donne, pour chacune des interventions, les proportions des deux premiers stades larvaires présents au moment même du traitement. L'éclosion des œufs étant complète, nous étions donc placés dans le cas du traitement du type « larvicide après l'éclosion », autrement dit « curatif ».

Par contre, dans l'essai contre la deuxième génération de l'Eudémis à Sauternes au château d'Yquem, l'intervention a été plus précoce par rapport à l'évolution de l'insecte, soit au moment où l'on enregistrait environ 80 p. 100 des éclosions avec 83 p. 100 des larves du premier âge et 17 p. 100 du deuxième âge. Bien que surtout curatif, le traitement était donc également partiellement préventif, par rapport aux essais de première génération. Ceci explique les résultats différents obtenus dans cet essai selon les produits et notamment la meilleure efficacité présentée par un produit d'ingestion tel que l'arséniate de plomb.

En première génération, tous les traitements ont eu lieu par pulvérisation, mais avec des appareils de type passablement différent et ayant entraîné diverses consommations de bouillies. C'est ainsi qu'à Saint-André-de-Cubzac, on a opéré avec des appareils à dos, type Pulvorex, donnant 6 à 7 kilogrammes de pression et on a utilisé de 0,20 à 0,30 l de bouillie par cep. A Cardan, contre la Cochylis, on a également utilisé des appareils à dos, mais du type Vermorel, et à raison seulement de 0,10 l de bouillie par cep. A Sainte-Croix-du-Mont, le traitement a été conduit au moyen d'une sulfateuse à traction animale donnant seulement 2 à 3 kilogrammes de pression et à la dose de 0,05 à 0,06 l de bouillie par cep. Enfin, à Sauternes au château d'Yquem, contre la deuxième génération de l'Eudémis, on a utilisé un motopulvérisateur donnant 24 kilogrammes de pression et passant tous les quatre rangs : les deux rangs externes étant traités sur une seule face à 0,30 l de bouillie par cep tandis que les deux rangs internes traités sur les deux faces et avec trois jets au lieu d'un, ont reçu environ 1 litre de bouillie par cep.

Nous avons opéré également sur différents cépages : Colombard à Saint-André-de-Cubzac, différents cépages de raisin de table à Cardan, Sémillon à Sainte-Croix-du-Mont, Sémillon et Sauvignon à Sauternes.

Par suite du palissage en hauteur des vignes et de la difficulté d'opérer suivant la technique du carré latin, nous avons utilisé la méthode des blocs. Cette méthode ne présentait d'ailleurs aucun inconvénient puisque l'on cherchait à établir avant tout la mortalité des chenilles trouvées et non pas à dénombrer les chenilles vivantes sur un certain nombre de grappes (sauf dans les derniers contrôles de l'essai de Sauternes).

Plusieurs types de constatations ont en effet été utilisés pour l'étude de leur validité. Pratiquement, et ceci en accord avec notre Collègue

TABLEAU I

STADES LARVAIRES AU MOMENT DES TRAITEMENTS

DATE DU TRAITEMENT	LIEU DE L'ESSAI	INSECTE	PROPORTION DES ESPÈCES (larves)	ÉCLOSION DES ŒUFS	STADES LARVAIRES POUR LES DEUX ESPÈCES	PROPORTION DES STADES
28 mai	Saint-André-de-Cubzac	Cochylis Eudémis	79 % 21 %		1er âge 2e âge	20 % 80 %
29 mai	Cardan	Cochylis Eudémis	95 % 5 %	100 %	1er âge 2e âge	14 % 86 %
8 juin	Sainte-Croix-du-Mont	Cochylis Eudémis	12 % 88 %		1er âge 2e âge	14 % 86 %
8 juillet	Sauternes	Eudémis	100 %	80 %	1er âge 2e âge	83 % 17 %

TABLEAU II

MORTALITÉS DES CHENILLES TROUVÉES EN FONCTION DE DIFFÉRENTS PRODUITS, DE DIFFÉRENTES DOSES ET DE DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE TRAITEMENT

PRODUITS	SAINT-ANDRÉ DE CUBZAC — Appareil à dos pression : 6-7 kg		CARDAN — Appareil à dos pression : 2 kg		SAINTE-CROIX DU MONT — Sulfateuse mécanique pression : 2-3 kg		SAUTERNES — Motopulvérisateur pression : 24 kg		
	g hl	Mortal.	g hl	Mortal.	g hl	Mortal.	g hl	Mortal.	Chenilles vivantes p. 100 grappes
Parathion méthylé	30	100	30	88	30	64	30	100	0
Oléoparathion	23	100			23	58	23	100	0
Parathion éthylé			15	77	30	80			
Diméthyl-phényl thiophosphate							50	75	1
Phosdrine			50	85	50	93	40	100	2
							5	57	11
Gusathion	40	100	40	100	30	16	40	46	27
E P N 300			22,5	100	25	57			
Dipterex	100	83	100	6					
Phosphamidon	20	73							
Sevin	120	91	120	100	120	33	120	64	6
Arséniate de plomb	100	11					100	57	20
Témoin									95

R. Delmas, nous avons pu constater qu'il est parfaitement possible, 8 à 15 jours après le traitement, de retrouver les cadavres des jeunes chenilles, soit à l'intérieur des boutons floraux en ce qui concerne le premier âge, soit dans les fourreaux ou les toiles pour les chenilles des deuxième et troisième âge. En première génération, les dénombrements de chenilles mortes et vivantes ont porté sur 50 à 120 agglomérats par produit avec une moyenne de 70. Par ailleurs, ces constatations ont eu lieu au bout de différents laps de temps après le traitement : 3, puis 12 jours à Saint-André-de-Cubzac, 7 jours à Cardan, 3 jours à Sainte-Croix-du-Mont.

Finalement, un intervalle d'une dizaine de jours après le traitement s'avère le meilleur pour ce genre d'observations.

En deuxième génération, à Sauternes, nous avons procédé à trois séries de constatations : d'une part, on a déterminé la mortalité larvaire sur 100 grains attaqués, d'abord 5 à 6 jours, puis 14 à 17 jours après le traitement. Ensuite, au cours d'une troisième série de constatations, correspondant au code des essais d'homologation, on a procédé au comptage des chenilles survivantes sur un certain nombre de grappes, opérant ainsi sur 60 à 170 grappes par produit.

Cette dernière technique s'est d'ailleurs montrée intéressante puisqu'elle a donné des résultats absolument du même ordre que ceux obtenus par établissement de la mortalité des chenilles trouvées, et donc en parfait accord également avec les conclusions auxquelles a abouti notre Collègue R. Delmas.

III. — Efficacité des différents produits

Le tableau II résume les efficacités obtenues par les différents produits au cours de nos quatre essais de traitement. Toutefois, pour les apprécier à leur juste valeur, il faut aussi tenir compte des conditions dans lesquelles les insecticides ont été employés et notamment du type d'appareil et des quantités de bouillie utilisés. En effet, pour un même produit, l'efficacité dépend de deux facteurs, d'ailleurs en étroite relation : la quantité de bouillie utilisée par cep d'une part et la pression d'autre part. Si, au moyen d'un appareil à dos, il est parfaitement possible d'obtenir une excellente efficacité malgré une pulvérisation relativement peu abondante parce qu'il est loisible à l'opérateur de bien viser les grappes, par contre il est absolument nécessaire, si l'on utilise un appareil mécanique, de disposer d'une pression suffisante permettant à la bouillie d'écarter le feuillage afin d'atteindre les grappes. Si nous en jugeons par les échecs enregistrés de divers côtés, il nous paraît utile en effet de bien souligner que le but à viser est *le mouillage convenable de la grappe.*

Comme on peut s'en rendre compte par les considérations qui précèdent, il est difficile d'indiquer une quantité standard de bouillie à utiliser. Par ailleurs, certains produits, notamment en traitements curatifs présentant une action de vapeur, sont nettement supérieurs à tous les autres et partant, exigent moins de soins dans la pulvérisation : c'est notamment le cas des esters phosphoriques. C'est ainsi qu'au cours de nos essais du château d'Yquem, *l'oléoparathion* et le *parathion méthylé* ont assuré une efficacité complète sur des rangs qui pourtant n'avaient été traités que sur une seule face, mais à forte pression et à la dose élevée d'environ 1 litre de bouillie par cep (et qui n'est évidemment pas à retenir dans la pratique). Toutefois, nous avons pu mettre en relief entre les divers produits appartenant au groupe des esters phosphoriques, certaines différences d'efficacité.

Utilisés à une dose suffisante (22 à 23 g PA /hl) pour *l'oléoparathion* et le *parathion éthylé*, 30 grammes pour le *parathion méthylé*), ces produits assurent en traitements soigneux, 100 p. 100 de mortalité.

En poudrage, nous avons pu confirmer ces excellents résultats, en

ce qui concerne le *parathion méthylé* à 2,5 p. 100 employé à raison de 70 kilogrammes de poudre à l'hectare.

Le *gusathion, dérivé benzotriazine de l'ester de l'acide diméthyl-dithiophosphorique* ou *0-0-diméthyl S (benzoziminométhyl) dithiophosphate*. Essayé à raison de 40 grammes de PA par hectolitre à Saint-André-de-Cubzac, 0,15 l par cep et à Cardan 0,07 l par cep, ce produit a entraîné une mortalité larvaire totale. Il faut toutefois souligner que dans ces deux cas, il s'agissait d'un traitement soigneux, c'est-à-dire effectué en visant les grappes, au moyen d'un appareil à dos. En essai au château d'Yquem, à la même dose et en traitement abondant, (de l'ordre de 1 l par cep), ce produit a donné 96 p. 100 de mortalité 6 jours après le traitement, mais 46 p. 100 seulement au bout de 2 semaines. L'infériorité de ce produit par rapport par exemple au *parathion méthylé* et à l'*oléoparathion* se confirme également dans le même essai par le nombre de chenilles vivantes rapporté à 100 grappes (27 contre 0 pour l'*oléoparathion* et le *parathion méthylé*) ainsi que par le nombre de grains attaqués (219 pour 100 grappes), significativement différent de celui des autres produits (72 à 117 selon les insecticides).

Or, le traitement du château d'Yquem, conduit au moment où l'éclosion des œufs n'était environ que de 80 p. 100, était donc partiellement préventif. En la circonstance, cette infériorité du *gusathion* par rapport aux autres esters phosphoriques nous paraît être due à son manque d'action par vapeur et qui n'a nullement été compensé par une suffisante persistance d'action par contact.

Le *Dipterex* ou *diméthyl ester de l'acide oxytrichloro-éthane-phosphorique*, en traitement soigneux et à raison de 0,15 l de bouillie par cep, au moyen d'un appareil à dos, a donné vis-à-vis d'une population mixte de Cochylis et d'Eudémis à Saint-André-de-Cubzac, 83 p. 100 de mortalité 12 jours après le traitement.

A Cardan, contre la Cochylis, le traitement au moyen d'un appareil à dos, à raison de 100 grammes PA par hectolitre, mais à dose de bouillie environ moitié moindre, (0,07 l par cep), a donné une mortalité de 6 p. 100 seulement 7 jours après le traitement. Le *dipterex* s'est avéré un produit nettement inférieur au parathion.

Le *phosphamidon* ou *2-chloro-2-diéthyl carbamyl-1-méthyl-vinyl-diméthyl-phosphate* a été utilisé seulement à Saint-André-de-Cubzac contre une population mixte de Cochylis et d'Eudémis. Constatée 3 jours après le traitement, la mortalité n'était que de 14 p. 100, mais s'élevait à 73 p. 100 12 jours après. Ce fait met en relief la lenteur d'action de ce produit et en concordance comme efficacité finale avec les résultats obtenus par R. Delmas. Vis-à-vis des Tordeuses de la Grappe, il semble donc que ce produit ne puisse rivaliser ni avec les parathions, ni avec le phosdrine dont nous allons parler maintenant.

Le *phosdrine* ou *phosphate de diméthyl-2-carbométoxy-1-méthyl vinyle*, essayé à 50 grammes PA par hectolitre vis-à-vis de la Cochylis à Cardan et à raison de 0,06 l par cep seulement, en traitement au moyen d'un appareil à dos, il a donné 85 p. 100 de mortalité larvaire au cours des constatations effectuées 7 jours après l'intervention.

A Sainte-Croix-du-Mont, contre l'Eudémis, à la même dose de 50 grammes PA par hectolitre mais dans des conditions très défectueuses (sulfateuse à pompe à membrane, donnant 2 à 3 kg de pression, avec passage rapide), c'est cependant le produit avec lequel on a enregistré la mortalité larvaire la plus élevée, soit 98 p. 100.

Dans les essais du château d'Yquem, à la dose de 40 grammes PA par hectolitre et par traitement abondant sur les deux faces du rang (1 l par ce), il a donné 100 p. 100 de mortalité larvaire 5 jours après le traitement.

Au cours de ce même traitement, essayé par erreur à la dose de 5 grammes seulement de PA par hectolitre et suivant la même technique, le *phosdrine* a encore donné 90 p. 100 de mortalité larvaire 6 jours après l'intervention. En outre, les relevés de chenilles vivantes (11 pour

100 grappes) et de grains attaqués (116 pour 100 grappes), ont montré, 15 jours après le traitement, que ce produit avait assuré, même à cette dose infime, une excellente protection de la récolte.

Le *0-0-diméthyl-0-4-méthyl-mercapto-3-méthyl-phényl-thiophosphate* a été essayé uniquement au château d'Yquem contre la deuxième génération de l'Eudémis. Inférieur comme effet de choc à l'*oléoparathion* et au *parathion méthylé*, il a cependant donné, en traitement sur les deux faces du rang, et à raison de 0,96 l de bouillie par cep : 87 p. 100 de mortalité 5 jours après le traitement et 75 p. 100 au bout de 2 semaines. (Les différences entre ces chiffres s'expliquent selon nous, par le fait que le traitement était partiellement préventif, c'est-à-dire conduit au moment où il y avait encore 20 p. 100 des œufs non éclos.) Ces bons résultats sont d'ailleurs confirmés par le faible nombre de chenilles retrouvées vivantes (1 pour 100 grappes) et de grains attaqués (72 pour 100 grappes). Ce nouveau produit paraît donc intéressant à la fois par sa persistance d'action ainsi que par sa faible toxicité.

En dehors des esters phosphoriques, nous avons également essayé un nouveau produit, le *sevin* ou *1-naphtyl-N-méthyl-carbamate*. Constamment essayé à la dose de 120 grammes PA par hectolitre, ce produit nous a donné d'excellents résultats à Saint-André-de-Cubzac et à Cardan, en traitement curatif soigneux au moyen d'un appareil à dos. A Saint-André-de-Cubzac en effet, on enregistre une mortalité larvaire de 90 p. 100 12 jours après le traitement et de 100 p. 100 à Cardan 7 jours après l'intervention. Par contre, à Sauternes au château d'Yquem, en traitement partiellement préventif, les mortalités ne sont respectivement que de 73 et 64 p. 100, 6 et 13 jours après le traitement.

Si nous ne pouvons encore définitivement nous prononcer quant à l'intérêt de ce produit contre les vers de la grappe, on peut remarquer toutefois qu'il paraît s'être montré d'une meilleure efficacité en traitement curatif et en première génération tout au moins, qu'en traitement partiellement préventif contre la deuxième. Effectivement, nos observations ont montré par ailleurs, et notamment vis-à-vis de la Cochylis, que ce produit possède une nette action en profondeur, détruisant les larves aussi bien à l'intérieur des agglomérats qu'au sein des boutons floraux. Cependant, les essais contre la deuxième génération de l'Eudémis au château d'Yquem ont révélé une bonne persistance d'action du produit si l'on s'en rapporte au nombre de chenilles vivantes retrouvées 17 jours après le traitement (6 pour 100 grappes contre 95 chez le témoin).

Ajoutons que les poudrages au moyen de ce produit à 7,5 p. 100 de matière active a donné des résultats intéressants puisqu'on notait 17 jours après le traitement 8 chenilles pour 100 grappes avec le sevin, 129 avec un produit non efficace, et 0,6 avec le parathion méthylé à 2,5 p. 100 de MA.

Essayé en première génération, tant contre l'Eudémis que contre la Cochylis au moment où l'éclosion des œufs était totale, l'*arséniate de plomb* ne pouvait donner *a priori* que des résultats insuffisants. Effectivement, on n'enregistre à Saint-André-de-Cubzac que 11 p. 100 de mortalité larvaire 13 jours après le traitement. Par contre, employé au château d'Yquem contre la deuxième génération de l'Eudémis, au moment où 20 p. 100 des œufs n'étaient pas encore éclos, donc à une époque où le traitement était partiellement dirigé contre les larves néonates, on enregistre une meilleure efficacité. La mortalité des chenilles passe en effet de 25 p. 100 5 jours après le traitement à 57 p. 100 au bout de 12 jours. De même, on retrouve 20 chenilles vivantes pour 100 grappes contre 95 chez le témoin.

IV. — Conclusions

1° C'est une vérité d'évidence que l'*époque d'application* d'un produit doit être en fonction du mode d'action de ce dernier vis-à-vis de l'insecte contre lequel il est dirigé. Dans le cas qui nous occupe : la lutte contre

les vers de la grappe, le praticien devrait donc pouvoir être fixé quant aux périodes respectives où il doit appliquer, selon son choix, soit un traitement préventif contre les chenilles néonates au moment des premières éclosions des œufs, soit une intervention curative contre les chenilles de premier et deuxième âge à la fin des dernières éclosions des œufs. Nous avons pu constater en effet que de fréquents échecs étaient dus à des périodes d'application non conformes au mode d'action du produit utilisé.

Or, en ce qui concerne la fixation des époques de traitement, il faut bien reconnaître que nous en sommes toujours à peu près au même point qu'en 1913. Dans la plupart des cas en effet, les avertissements agricoles sont basés sur les résultats donnés par les pièges alimentaires... qui ne capturent que les femelles ayant déjà déposé leurs œufs. Il en résulte un obligatoire décalage, amenant à lancer des avis de traitements à une époque où les éclosions des œufs sont déjà entièrement terminées (1). Pratiquement donc et tout au moins dans le Bordelais les avis de traitement contre les vers de la grappe sont du type curatif. Ceci explique en particulier certains insuccès rencontrés dans ces conditions par l'emploi des insecticides d'ingestion tels que le *zeidane*.

D'autre part, en ce qui concerne l'importance de la contamination et comme le souligne par ailleurs R. Delmas, on ne possède à l'heure actuelle aucune relation simple entre le nombre de papillons observés par les méthodes actuellement en usage, et celui des œufs déposés. Il n'est pas interdit de penser, cependant, que la comparaison des données fournies d'une part par les *émergences des imagos* au moyen des élevages, d'autre part par les *relevés de ponte*, enfin par les *captures des papillons mâles au moyen des pièges sexuels*, pourraient nous donner des indications plus précises, aussi bien pour la fixation de l'époque des interventions que pour leur utilité même. C'est-à-dire, nous renseigner finalement sur le *seuil de nuisibilité*. Ce sont des recherches de cet ordre que nous avons entreprises à la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest depuis 1959.

2° En ce qui concerne les *méthodes d'évaluation d'efficacité des produits*, nous sommes parfaitement d'accord avec notre Collègue Delmas quant à la possibilité de contrôler la mortalité des larves par dissection des agglomérats de boutons floraux et des fourreaux de Cochylis une dizaine de jours après le traitement. Les cadavres des chenilles tuées sont encore en effet suffisamment conservés au bout de ce laps de temps. Précisons toutefois que les larves du premier âge détruites à l'intérieur des boutons floraux, ne peuvent guère être retrouvées que sous la loupe binoculaire.

Par ailleurs, dans le cas où l'on ne peut procéder à des essais en carré latin, le dénombrement des chenilles vivantes rapportées à 100 grappes dans la méthode des blocs, s'est avéré parfaitement valable, donnant le même ordre d'efficacité des produits que la mortalité des larves trouvées.

3° Nos conclusions sont également identiques à celles de Delmas quant à l'*efficacité respective des produits :* supériorité actuelle des parations (*oléoparathion, parathion méthylé, E.P.N.*) avec mise en évidence de l'efficacité du *phosdrine* et aussi d'un nouvel ester que notre Collègue n'a pas eu l'occasion d'essayer et qui est le *diméthyl-méthyl, mercaptoéthylthiophosphate.*

D'autre part, moindre efficacité du *gusathion*, du *phosphamidon* et enfin du *dipterex* qui s'est montré le plus médiocre des produits.

Quant au *sevin* dont notre Collègue ne fait pas état, nous pensons qu'il serait intéressant de l'essayer à nouveau — et contrairement à ce que

(1) Dans le Bordelais en 1959 : à l'époque du premier avertissement lancé le 28 mai on notait 100 p. 100 des éclosions aussi bien à Saint-André-de-Cubzac (Cochylis + Eudémis) qu'à Cardan (Cochylis) et qu'à Sainte-Croix-du-Mont (Eudémis).

En 1960 : au moment du premier avertissement lancé le 16 mai : 100 p. 100 des éclosions déjà opérées pour l'Eudémis à Sauternes.

l'on pouvait penser jusqu'ici, par ce que nous savons de son mode d'action — en traitement curatif.

4° Pour ce qui a trait à l'*efficacité en fonction de la technique utilisée*, nos essais ont mis en relief la nécessité d'un *mouillage convenable de la grappe*, ce qui implique, si l'on opère avec un appareil mécanique, l'obligation d'avoir à sa disposition une pression suffisante pour écarter le feuillage et atteindre les grappes. Nos essais ont montré que les sulfateuses à traction animale et à pompe à membrane couramment utilisées dans le Bordelais et ne fournissant que 2 à 3 kilogrammes de pression, sont inaptes, même avec les esters phosphoriques, à assurer une protection suffisante de la récolte.

Quant à la quantité de bouillie, elle différera donc suivant le mode de traitement adopté, il semble toutefois que l'on ne puisse descendre sans inconvénient au-dessous de 0,10 à 0,15 l par cep.

Enfin, nos essais ont confirmé qu'en deuxième génération, la technique du poudrage était parfaitement valable pour la lutte contre les vers de la grappe.

SÉANCE DU 29 JUIN 1960

Présidence de M. LETARD

PARMI LES OUVRAGES REÇUS

M. le Secrétaire perpétuel. — La revue de l'enseignement supérieur [illegible] offre un remarquable article de notre confrère M. Bilsky : Agronomes français et métier de l'agronome français à l'étranger.

Les études d'économie rurale se multiplient, avec une recherche sans cesse améliorée de la précision. En ce sens, nous devons signaler le n° 49 du « Bulletin de la Société française d'Économie rurale » où se trouvent sept exposés sur *Les différences régionales en économie rurale*. L'un de ces exposés concerne notamment « une présentation empruntée par notre confrère M. Chombart de Lauwe quant aux besoins de travail sur une exploitation agricole ».

Dans un ordre d'idées analogue, un supplément spécial de la revue des Chambres d'Agriculture fournit, sous la signature de M. Louis Mila, un « Guide pratique sur les principales sources de renseignements directs et indirects relatives à l'économie rurale ».

Parmi les monographies dignes d'attention, nous saurons gré d'une étude démographique et économique de la commune de Saint-Étienne-du-Bois (Vendée), publiée par la Société d'économie et de mathématique appliquées. Le travail comporte : une analyse démographique détaillée — une évaluation du revenu agricole de l'ensemble des exploitants considérés globalement — un essai de perspectives d'évolution de ce revenu.

Nous recevons le premier numéro de « Sociologia ruralis », revue de la Société européenne de sociologie rurale. Les articles sont publiés soit en anglais, soit en allemand, soit en français. Sous la signature de M. Henri Mendras, dont le nom est déjà bien connu, un utile recensement est présenté sur *Les études de sociologie rurale en France*.

Dans le dernier numéro de la revue « Les Études sociales », notre confrère M. Veillet-Lavallée discute *Le mirage de la prospérité américaine* et notre confrère M. Gachon évoque à travers le manuel le gouvernement de la ressource, sous son double aspect économique et économique.

La publication des *Monographies agricoles départementales* se poursuit : nous recevons cinq nouveaux fascicules, consacrés à l'Aisne, à l'Allier, à la Loire-Atlantique et à la Seine.

Présentation d'ouvrage

LE PROFIL CULTURAL

par S. Henin, A. Feodoroff, R. Gras et G. Monnier

M. Bustarret. — Notre confrère M. Henin a demandé de vous présenter l'ouvrage qu'il vient de publier avec ses collaborateurs Feodoroff, Gras et Monnier sur le « profil culturel ».

La science du sol a beaucoup évolué depuis 50 ans. Nos connaissances dans le domaine de la dynamique des éléments nécessaires à la plante, de leurs relations avec les constituants élémentaires des sols, de la compétition sol-racines qui détermine leur utilisation par la plante, ont fait de considérables progrès. Il en est de même pour celles qui concernent la formation et l'évolution des sols. Plus récemment, un effort a été tenté pour essayer de définir et de mesurer certaines caractéristiques physiques qui, autant que les caractéristiques minéralogiques et chimiques, ont une influence sur la vie des racines et l'alimentation de la plante.

Toutes ces études ont eu surtout, par la force des choses, un caractère analytique. Il a fallu s'éloigner des conditions naturelles, simplifier et abstraire. Or le sol dans lequel vivent les racines de la plante est un milieu complexe, essentiellement hétérogène, sans cesse modifié par les facteurs climatiques, la végétation elle-même et par l'action de l'homme. Par ses interventions, qu'il s'agisse du choix des cultures ou des façons culturales, l'agriculteur agit un peu comme l'apprenti sorcier, ne sachant pas toujours quels résultats il obtiendra et obtenant souvent, en fait, des résultats différents de ceux escomptés.

Il convenait donc d'imaginer des méthodes d'étude du sol cultivé qui permettent à l'agriculteur d'observer, de contrôler et, autant que possible, d'interpréter et de prévoir. C'est à cette nécessité que répondent les techniques d'examen du profil cultural.

On sait la contribution importante apportée, sous la direction de Hénin, par le Laboratoire des sols de l'I.N.R.A. à l'étude des propriétés physiques des sols et plus particulièrement de leur structure et de la stabilité de celle-ci. Au cours de ces dernières années, quelques chercheurs de ce Laboratoire se sont orientés, par l'étude détaillée de profils de sols en place, vers la mise au point de techniques d'observation et de diagnostic utilisables par l'agriculteur pour orienter ses interventions dans le sens d'une meilleure satisfaction des besoins des plantes qu'il cultive. Cette équipe de chercheurs est maintenant rassemblée au sein du Laboratoire d'étude des techniques culturales, récemment constitué.

C'est l'expérience, encore toute neuve, de cette équipe et de son chef qui nous est offerte dans le livre que je vous présente. Il s'agit d'un essai de synthèse, et la lecture en est passionnante, car ce livre est riche de connaissances, d'observations, d'hypothèses, de discussions et d'aperçus originaux. Il engage le lecteur à observer selon les méthodes qui lui sont proposées, à raisonner en fonction des données qui lui sont rappelées et à chercher lui-même les solutions adaptées à son cas particulier.

Dans leurs conclusions, les auteurs rappellent en effet une idée qui m'est chère : c'est qu'il n'y a pas de « recettes » en agriculture; chacun des problèmes qui se pose à l'agriculteur est original et sa solution exige un effort de réflexion personnel : c'est ce qui fait la difficulté et la grandeur de son métier.

Présenté avec élégance, abondamment illustré de graphiques simples et de photographies très caractéristiques, le livre de Hénin et de ses collaborateurs comporte plusieurs parties qui s'enchaînent logiquement. Les éléments constitutifs du profil cultural, leur importance relative et leur rôle vis-à-vis de la vie et de l'activité des racines font l'objet du premier chapitre. Le deuxième chapitre est consacré à la stabilité structurale. Puis sont traités successivement les conséquences agronomiques de l'étude du profil cultural, ensuite la valeur relative des divers modes de travail du sol pour l'amélioration de ce profil, enfin les moyens de maintenir et d'améliorer la stabilité culturale. Le dernier chapitre est consacré aux problèmes des assolements et rotations et de l'entretien des plantations.

Destiné aux agronomes, aux agriculteurs évolués et aux vulgarisateurs avertis, cet ouvrage leur rendra de grands services et suscitera certainement un mouvement fécond d'échange d'idées et d'expériences entre chercheurs et praticiens. J'ajouterai qu'il n'a, à ma connaissance,

son équivalent dans aucune langue étrangère, car il se situe dans un domaine encore bien mal exploré. Il propose des méthodes d'étude et des types de raisonnement tout à fait originaux et il fait grand honneur à l'École française d'Agronomie.

M. S. Hénin. — Un philosophe a dit que le « moi est haïssable ». Il est donc toujours difficile de parler de ses propres travaux, c'est pourquoi nous sommes reconnaissants à M. Bustarret d'avoir bien voulu faire cet exposé extrêmement clair, et très bienveillant. Il a vraiment exprimé, nos intentions profondes aussi exactement que nous pouvions le désirer.

Lorsque je lui ai demandé de présenter cet ouvrage, j'ai souligné que c'était sous le signe de la Recherche agronomique qu'il avait été conçu. Il importait donc que ce soit sous le signe de la Recherche agronomique qu'il soit présenté, et notre Confrère était mieux placé que quiconque pour le faire.

Présentation d'un ouvrage du **Pr J. Dufrenoy :**

L'INFORMATION APPLIQUÉE AUX TECHNIQUES DE RÉSOLUTION DES PROBLÈMES BIOLOGIQUES ET AUX PROBLÈMES INTÉRESSANTS LA PRODUCTION AGRICOLE

M. S. Hénin. — Sur la demande de notre Confrère J. Dufrenoy, j'ai l'honneur de vous présenter cet ouvrage qui constitue la première partie du cours qu'il professe au Conservatoire des Arts et Métiers.

Depuis quelques 25 années que j'ai l'honneur de le connaître, notre Confrère s'est adonné avec passion à l'étude de la statistique et de ses applications à la Biologie et à l'Agronomie. Je n'ai malheureusement pas sa compétence et c'est comme un lecteur ordinaire que je vous ferai part de mes impressions.

Il est d'autant plus difficile de présenter cet ouvrage que c'est un véritable manuel où chaque méthode de calcul est illustrée par un exemple concret tiré d'expériences réellement effectuées. On ne saurait donc le résumer.

Il s'agit de la théorie de l'information en donnant à cette expression le sens que lui prête toute une école de mathématiciens ou mieux de statisticiens modernes. Pour eux la quantité d'informations est une grandeur définie par le rapport entre ce que l'on veut mesurer et les moyens utilisés pour la mesure. Un des cas les plus typiques consiste à trier les réponses en les considérant comme positives ou négatives ou en d'autres termes comme oui ou non. Ce système conduit à exprimer les résultats à l'aide d'un système de numération à base 2. Notre Confrère cite lui-même l'application de cette méthode au repérage des cartes d'un jeu de 32 cartes. On peut trier l'ensemble par une série d'opérations simples divisant chaque fois l'ensemble en deux groupes égaux, par exemple les noires et les rouges, les figures et les autres, puis les cœurs et les carreaux, les piques et les trèfles. Après 5 opérations de ce genre on a nécessairement isolé ou défini une des cartes du jeu car $2^5 = 32$. Si chacune des opérations est définie par les chiffres 0 ou 1, chaque carte se trouvera ainsi caractérisée par un nombre de 5 chiffres renfermant uniquement des 0 ou des 1. On entrevoit alors la possibilité de faire jouer toutes les représentations et toutes les méthodes de calcul correspondant à l'étude des parties de pile ou face. Mais on peut généraliser à des cas plus compliqués. Tout le problème va consister en effet à chercher le modèle de référence représentant le type de distribution impliqué par le résultat expérimental,

puis à traiter les écarts par rapport; à ce modèle en leur appliquant les méthodes de la statistique.

Ce qui constitue en particulier la valeur de l'ouvrage c'est que le choix des types d'expérience permet à l'auteur de présenter toute une série de modèles de représentation ce qui l'amène entre autres à définir les termes qui caractérisent le langage passablement hermétique de cette nouvelle branche de la statistique.

Mon rôle de présentateur m'amène pour conclure à adresser de bien vives félicitations à notre Confrère qui grâce à sa « vaste information » personnelle a pu mettre à notre disposition les principes et les méthodes de l'information au sens mathématique, méthodes qui constituent un outil de recherche extrêmement précieux pour le biologiste et l'économiste.

OBSERVATIONS SUR UNE MALADIE INDÉCISE DU COCOTIER

M. Ferrand. — Je voudrais dire quelques mots d'une maladie du cocotier qui se situe dans le nord-ouest de la Colombie ou dans les environs de Carthagène.

Cela ressemble par certains aspects — je ne veux pas du tout les identifier, bien entendu, cela dépasserait ma pensée — à ce qu'on appelle au Togo la maladie de Kainkopé, c'est-à-dire une maladie du dessèchement de l'arbre, un vieillissement prématuré.

En ce qui concerne la maladie que l'on appelle en Colombie le Poloca (qui veut dire dessèchement), on se demande d'où elle peut provenir. S'agit-il d'une maladie mycologique? S'agit-il d'une maladie bactérienne? Il ne semble pas. S'agit-il d'un virus? Là, c'est beaucoup plus complexe.

Vous savez combien il est difficile de mettre en évidence une maladie virologique lorsqu'on n'est pas spécialiste d'une part et lorsqu'on n'a pas le laboratoire compétent à sa disposition.

Si je crois devoir présenter aujourd'hui quelques remarques, c'est pour la raison suivante.

Lorsqu'un Américain s'était préoccupé de cette maladie, il avait examiné les sols, au pied des arbres qui n'étaient pas atteints, dans les zones atteintes et les zones non atteintes. Il n'avait rien trouvé qui soit valable et significatif.

Or, d'après les quelques observations que j'ai pu faire, il m'a paru, à première vue, que la maladie était purement et simplement d'ordre climatologique.

Pourquoi? Parce que cette maladie a commencé il y a une dizaine d'années dans un secteur et qu'elle n'a pas débordé de ce secteur. Il serait bien curieux qu'une maladie à virus, une maladie microbienne ou une maladie quelconque, après 10 ans, restât latente dans un secteur et ne débordât pas ce secteur.

Il s'agissait donc d'examiner ce qui caractérisait ce secteur par rapport à des secteurs voisins.

J'ai d'abord constaté que la maladie se produisait dans un endroit extrêmement sec, ne correspondant pas à la zone climatique et, où il ne tombe que 7 ou 800 millimètres d'eau par an.

On m'a fait immédiatement une objection. De l'autre côté du Magdalena, donc sur la rive droite, vous n'avez pas la maladie; or les chutes d'eau ne sont pas plus grandes jusqu'à Santa Marta, tout à fait au nord de la Colombie. La cause n'est donc pas une différence de chute d'eau.

C'est exact, mais j'ai pu faire la constatation suivante : en fin de saison sèche, j'ai constaté que, du côté où la maladie existait, les arbres subissaient un véritable hivernage; ils étaient dépourvus de feuilles; les accacias, nombreux dans ce pays, perdaient leurs feuilles.

En me rendant de l'autre côté du Magdalena, j'ai trouvé des prairies

qui restaient vertes, des accacias encore verts, des quantités de plantes, les mêmes espèces d'ailleurs, qui ne manifestaient pas les symptômes d'hivernage.

L'explication viendrait du fait que, d'un côté il y a une nappe phréatique très haute, de l'autre côté une plus basse. D'un côté, en saison sèche, les arbres récoltent de l'eau par le bas, tandis que, de l'autre côté, ils sont dépourvus d'eau.

J'ai laissé un plan de travail pour vérifier cette hypothèse; j'ai la conviction profonde que ce que j'ai dit est exact et que l'on ne peut pas cultiver d'une manière rentable sur la rive gauche du Magdelena.

Cette remarque me paraît intéressante, parce que, dans beaucoup de cas, lorsqu'il s'agit de maladies indécises, les spécialistes mycologues, bactériologues et virologues ne sont pas en mesure d'expliquer ce qui se passe.

Il faut, à mon avis, faire très attention au facteur climat.

J'espère que le programme de travail et de recherche que j'ai laissé sera réalisé, et que, dans quelque temps, nous aurons des confirmations ou des infirmations au sujet de mon hypothèse.

PREMIERS ESSAIS EXPÉRIMENTAUX D'ACCLIMATATION EN FRANCE DE « PROSPALTELLA PERNICIOSI TOWER », PARASITE SPÉCIFIQUE IMPORTÉ DE « QUADRASPIDIOTUS PERNICIOSUS » COMST

par **E. Biliotti, C. Benassy, H. Bianchi et H. Milaire**

(*Note présentée par* **P. Vayssière,** *en l'absence de* **M. Roubaud**)

Introduction

C'est en 1935 que fut découvert dans un verger de pêchers de Mandelieu (Alpes-Maritimes), le premier foyer français de Pou de San José (Balachowsky, 1950 *a*).

Les dégâts observés furent rapidement très importants allant jusqu'au dessèchement complet des arbres atteints (Nepveu, 1943).

Bien que la lutte ait été entreprise activement dès la découverte des premiers foyers (Trouvelot, Vezin, 1942), et que quelques points de contamination secondaires aient pu être supprimés, la présence du ravageur est demeurée constante, dans le secteur initial des Alpes-Maritimes, ainsi que dans plusieurs autres zones de contamination qui ont été découvertes ultérieurement (Poutiers 1948, Pithioud 1955) et dont l'un d'entre nous a dressé récemment la liste (Milaire, 1958).

Une réglementation particulière est appliquée dans toutes les régions contaminées; elle comporte la désinfection par fumigation cyanhydrique des sujets de pépinière et l'obligation de traitement spécifique des cultures arbustives. En outre, une sévère réglementation internationale régit les échanges de végétaux entre pays.

La lutte chimique. — Limites d'utilisation

Les méthodes actuelles de lutte chimique contre cette Cochenille dont l'écologie est bien connue maintenant dans les diverses régions de France (Vasseur et Schvester, 1957, Benassy, 1958) consistent à pulvériser des huiles minérales additionnées de D.N.C., de parathion ou de

D.D.T. Les formules insecticides varient suivant que les traitements ont lieu en hiver ou pendant la période de végétation (Viel, 1946, Vasseur et Bianchi, 1949, 1953 *a*, 1953 *b*, Dumas et Vasseur, 1950, Vasseur Schvester et Bianchi, 1957).

Le traitement d'hiver doit être appliqué nécessairement pour détruire les pullulations intenses de la Cochenille. Il peut être supprimé lorsque la contamination est très faible, mais on devra obligatoirement avoir recours aux traitements d'été appliqués au moment de la sortie des larves mobiles pour empêcher la Cochenille de se multiplier.

Le Service de la Protection des Végétaux observe actuellement une recrudescence dans les foyers de Pou de San José par la découverte de nouveaux points de contamination et le réveil de la Cochenille dans certaines zones anciennement infestées. La cause pourrait être attribuées au relâchement apporté dans l'exécution des traitements d'hiver, et, peut-être, à l'insuffisance des quantités de liquides utilisés pour les applications, qu'elles soient hivernales ou estivales. Pour être actif, en effet, le produit doit être réparti uniformément et jusqu'à ruissellement sur l'ensemble des parties végétales contaminées (branches, rameaux, brindilles). Ce résultat est acquis par l'opérateur consciencieux qui, la lance à la main, sait correctement exécuter la pulvérisation et l'adapter au développement des arbres. Il est à craindre que les appareils pour lesquels il n'y a plus d'intervention directe de l'homme ne permettent d'obtenir d'aussi bons résultats. Aussi, les traitements automatiques, dont l'emploi se justifie par ailleurs, sont-ils mal adaptés à la lutte contre les Cochenilles.

Cependant, à l'heure actuelle, aussi perfectionnée que soit la lutte chimique, l'étendue et la dispersion des foyers repérés dans 15 départements interdisent d'espérer une éradication qui n'a pas abouti (avec des méthodes très énergiques), lors de la découverte des implantations initiales.

De plus, l'existence probable de très nombreux points d'infestation inconnus du fait de l'extrême polyphagie du ravageur (Nepveu et Vasseur, 1946 et 1948), rendra tout effort dans ce sens illusoire. Les méthodes préconisées permettent une protection suffisante des plantations commerciales régulièrement suivies, mais sont généralement mal appliquées dans les vergers d'amateurs.

Compte tenu des ré-infestations possibles à partir des végétaux spontanés, elles ne permettent pas de supprimer les mesures restrictives appliquées à l'exportation des fruits et des plants qui entraînent parfois de sérieuses répercussions commerciales.

La seule solution pour résoudre le problème serait donc d'obtenir une limitation régulière et universelle du ravageur par l'emploi des méthodes de lutte biologique.

La lutte biologique. — Premiers essais réalisés

Aucun ennemi naturel indigène ne s'étant montré satisfaisant et devant les résultats très intéressants obtenus aux États-Unis par *Prospaltella perniciosi*, nous avons recherché l'introduction et l'acclimatation de ce parasite spécifique dans le cadre d'une coopération internationale établie par la Commission internationale de Lutte biologique (Benassy et Milaire, 1958). Les difficultés à résoudre étaient de deux ordres, il nous fallait réaliser :

— une étude détaillée de l'efficacité du parasite dans les diverses conditions microclimatiques;

— un examen complet des possibilités de maintien de l'auxiliaire dans les vergers en fonction des interventions humaines.

Si l'on peut, en effet, envisager dans un avenir plus ou moins proche la suppression des méthodes de lutte dirigées contre le Pou de San José, son parasite restera toujours exposé aux conséquences des traitements réalisés contre les autres ravageurs. Nous savons que es conséquences

des applications chimiques sur les ennemis naturels des Coccides sont généralement très néfastes (Balachowsky, 1950, Biliotti, 1952). Une expérimentation a donc été poursuivie dans le but de déterminer avec autant de précision que possible l'influence des traitements chimiques sur le parasite introduit.

a) *Étude de l'efficacité parasitaire.* — Afin de suivre l'évolution du parasite dans des conditions proches de la pratique (variations journalières et saisonnières des conditions climatiques), une souche de *Prospaltella* a été constituée en 1957 sur des Cochenilles fixées sur végétaux ligneux artificiellement contaminée à partir du stock de laboratoire élevé de façon permanente sur des pastèques en cages climatisées (Benassy et Burgeron, 1955).

Des premières observations ont été réalisées au cours de 1957 et durant l'année 1958; elles ont permis de déceler la présence constante de *Prospaltella perniciosi* dans tous les échantillons prélevés, montrant la faculté d'adaptation du parasite aux conditions du milieu.

En 1959, des observations régulières et périodiques, exposées par ailleurs (Benassy et Bianchy, 1960), et réalisées sur cette même souche de *Prospaltella perniciosi* soumise à des conditions microclimatiques variées, ont confirmé tout l'intérêt pratique du parasite comme agent limitant des populations de son hôte. Non seulement il s'est maintenu dans tous les points d'observations, mais son efficacité s'est traduite par une augmentation sensible du taux de parasitisme qui a atteint 80 p. 100 dans les cas les plus favorables sur les jeunes stades hivernants.

Dans les conditions expérimentales adoptées, il semble donc que la souche considérée, après une période d'adaptation de deux ans environ, ait manifesté tout son intérêt pratique au cours de l'année 1959.

b) *Incidences des traitements préconisés en vergers sur P. perniciosi.* — Dans une note parallèle (Benassy, Bianchi et Milaire, 1960), nous avons mentionné les conclusions auxquelles nous ont conduits les essais périodiques, en fin d'hiver puis au cours de l'été, sur l'association Pou de San José-*Prospaltella ;* sensible autant que son hôte aux applications insecticides hivernales, *P. perniciosi* présente une possibilité de se maintenir en verger, soit par le seul emploi durant l'été de produits non additionnés de toxiques de contact (parathion, D.D.T.), soit en s'abstenant de traiter les arbres sur lesquels des lâchers ont été effectués.

Il ne faut pas négliger non plus le rôle de « stations-refuges » (Grison et Biliotti, 1952), que peuvent jouer à ce moment les infestations établies sur végétaux spontanés.

c) *Maintien et dispersion de P. perniciosi en vergers.* — A partir de la souche constituée à Saint-Genis-Laval sur végétaux en pots, nous avons réalisé des lâchers expérimentaux en vergers en nous tenant aussi près que possible de la pratique arboricole et dans les conditions climatiques variées. Nous ne détaillerons ici qu'une seule expérience.

d) *Essais de lâchers.* — Le verger dans lequel il a été procédé au lâcher est situé à 70 kilomètres à l'est de Lyon, dans la vallée du Rhône bugésien.

Cette plantation se compose d'une soixantaine de pommiers plein vent, âgés de 3 à 20 ans, fortement infestés par le Pou de San José. Certains sujets très encroûtés présentent des dessèchements de brindilles et de branches. (Un traitement d'hiver avec des préparations à base d'huiles minérales a été appliqué le 7 mars 1958 sur l'ensemble du verger.)

Les conditions climatiques de la région sont caractérisées par une pluviométrie de l'ordre de 1 090 millimètres répartis sur 150 jours, une humidité élevée de l'air et du sol, et des moyennes annuelles se situant

à + 5,5° C pour les températures minima et + 15,8° C pour les températures maxima.

Le lâcher fut fait le 20 mai 1958, en plaçant au pied de 3 jeunes arbres, des pommiers et groseilliers en pot, prélevés dans la serre de Saint-Genis-Laval, la majorité des parasites étant au stade nymphal.

Les contrôles de recherche d'implantation de *P. perniciosi* s'effectuèrent en février 1959 sur les trois arbres de référence. Ces observations s'accompagnèrent de dissections des premier et deuxième stades larvaires du Pou de San José, afin de mettre en évidence les œufs ou les jeunes larves du parasite. A cette date, la présence de *P. perniciosi* fut décelée sur des rejets de la base des arbres qui se sont trouvés en contact avec les plantes en pot. Un nouveau contrôle fait le 2 mai 1959 permit de relever la présence de l'auxiliaire sur des rameaux prélevés dans la couronne d'un des arbres. Le taux du parasitisme, qui était de 7 p. 100 à ce moment-là, a doublé lors du dernier comptage effectué le 10 octobre 1959 (15 %).

d) *Dissémination du parasite en verger.* — Afin de suivre la dispersion des adultes de *P. perniciosi* à partir des arbres P1 et P2, nous avons employé le piégeage par panneaux englués, méthode déjà indiquée par ailleurs (Benassy et Bianchi, 1960), comme sans influence sur la multiplication ultérieure du parasite. Une dizaine de planchettes peintes en blanc et engluées sur une de leur face sont disposées sur les pommiers tiges, généralement à la hauteur des premières branches charpentières et orientées (face engluée) indifféremment dans toutes les directions.

Ces planchettes ont été relevées périodiquement et tous les adultes récoltés ont été mis dans l'alcool et amenés au laboratoire pour identification précise à la loupe binoculaire. Entre le 20 mai et le 20 octobre 1959, nous avons procédé à six relevés. Le nombre total de parasites capturés chaque fois est passé d'un adulte lors du premier relevé le 3 juin, à 25 au moment de la dernière observation d'octobre.

De ces premières observations, il ressort que dans ce verger, de taille réduite il est vrai, le parasite a gagné tous les arbres contaminés malgré les traitements pesticides exécutés en 1959 (à l'exclusion des points de lâcher d'origine), selon le programme suivant : traitement d'hiver le 17 mars avec une huile jaune; applications comportant du D.D.T. et du Captane les 30 avril et 23 mai; pulvérisation d'un oléoparathion les 10 et 27 juin, puis les 10 et 30 août.

Conclusion

Bien qu'elles requièrent une expérimentation ultérieure, les premières observations réalisées à ce jour sur *P. perniciosi* multiplié artificiellement, puis libéré dans des conditions écologiques très précises en plein champ, permettent de penser :

— que des lâchers sur des arbres conservés sans traitement ont réussi, le parasite s'y est maintenu, s'y est multiplié, puis s'est dispersé à tous les arbres voisins (malgré les interventions chimiques);

— que *P. perniciosi* a manifesté un réel intérêt dans les conditions micro-climatiques variées sous lesquelles nous l'avons étudié.

L'avenir nous dira si la lutte biologique est susceptible de résoudre le problème en toutes régions et si, par conséquent, il est possible de supprimer les autres interventions dirigées contre cette Cochenille, ou si une solution intermédiaire doit être trouvée associant certains types de traitements avec la multiplication de l'auxiliaire.

(*Institut national de la Recherche agronomique. Station de Zoologie agricole et de lutte biologique d'Antibes. Station expérimentale d'arboriculture fruitière de Saint-Genès-Laval. Service de la Protection des végétaux. Inspection de Lyon.*)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Balachowsky (A. S.). — Les Cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin méditerranéen. V. *Hermann et Cie, Édit., Paris*, 1950 *a*, 30-39.

Balachowsky (A. S.). — La destruction des insectes auxiliaires entomochages par les traitements insecticides et ses conséquences. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1950 *b*, **36**, (6) : 220-223.

Benassy (C.) et Burgerjon (A.). — Méthode d'élevage au laboratoire de *Prospaltella perniciosi* Tow. *Ann. Epiph.*, 1955, **1**, 5-10.

Benassy (C.) et Milaire (H.). — Lutte biologique contre le Pou de San José avec *Prospaltella perniciosi* Tow. *Phytoma*, 1958, **99**, 7-11.

Benassy (C.) et Bianchi (H.). — Premières données sur l'écologie en France de *Prospaltella perniciosi* Tower (Hym. Aphelinidae), parasite spécifique importé de *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. (Hom. Diaspidinae). *Entomophaga*, 1960, **5**, (2) : 165-181.

Benassy (C.), Bianchi (H.) et Milaire (H.). — Observations sur la répercussion des traitements préconisés en vergers sur *P. perniciosi* Tower, parasite spécifique de *Q. perniciosus* Comst. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 1960, (sous presse).

Benassy (C.). — Remarques sur l'écologie de *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. dans le midi méditerranéen (Hom. Diaspidinae). *Entomophaga*, 1958, **3** (2), 93-108.

Biliotti (E.). — Traitements insecticides et ruptures d'équilibres biologiques. *Conf. Centre de perfectionnement technique*, 1952. (2789).

Dumas (P.) et Vasseur (R.). — Les traitements coccicides des arbres fruitiers. *B. T. I.*, 1950, **49**, 335-345.

Grison (P.) et Biliotti (E.). — La signification agricole des « stations-refuges » pour la faune entomologique. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 1952, **38**, 106-108.

Milaire (H.). — La situation du Pou de San José en France. *Phytoma*, 1958, **96**, 15-18.

Nepveu (P.). — L'affaiblissement végétatif des pêchers attaqués par le Pou de San José; une méthode de mesure. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1943, **29**, (16), 461-462.

Nepveu (P.) et Vasseur (R.). — Sur la contaminabilité des plantes horticoles et spontanées par le Pou de San José. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 1946, **32**, (10), 415-418.

Nepveu (P.) et Vasseur (R.). — La contaminabilité de la flore horticole française par le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *Ministère de l'Agriculture, Document phytosanitaire*, 1948, **5**, 41. Paris.

Pithioud (A.). — Rapport du groupe de travail pour l'étude du Pou de San José. Lyon 29-30 mars. *O.E.P.P.*, 1955, Paris.

Poutiers (R.). — Le Pou de Jan José. *Phytoma*, 1948, **2**, 23-26.

Trouvelot (B.) et Vezin (Ch.). — Le Pou de San José sur les cultures fruitières en France. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **28**, (1), 1-12.

Vasseur (R.) et Bianchi (H.). — Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1949, **35**, (7) : 280-282.

Vasseur (R.) et Bianchi (H.). — Sur l'efficacité de produits insecticides variés utilisés contre les Cochenilles diaspides des arbres fruitiers en traitement d'hiver. *Ann. I.N.R.A., Sér. C., Epiph.*, 1953 *a*, **4**, 45-48.

Vasseur (R.) et Bianchi (H.). — Sur l'efficacité de diverses formules insecticides d'hiver contre les Cochenilles des arbres fruitiers. *Rev. Zool. Agr. et Appl.*, 1953 *b*, **3**, 76-83.

Vasseur (R.) et Schvester (D.). — Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) en France. *Ann. I.N.R.A., Sér. C., Epiph.*, 1957, **8**, 5-66.

Vasseur (R.), Schvester (D.) et Bianchi (H.). — Observations sur les traitements en cours de végétation contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *Ann. I.N.R.A., Sér. C., Epiph.*, 1957, **8**, 101-110.

Viel (G.). — Étude sur la valeur insecticide de produits divers dans la lutte contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *Ann. Epiph.*, 1946, **12**, (4), 401-413.

PRÉAMBULE A LA PRÉSENTATION D'UNE NOTE DE M. DELANOUE

M. Valdeyron. — La note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie sort entièrement du cadre de ma compétence. Son auteur, M. Paul Delanoue, après avoir pris les contacts administrativement

et scientifiquement nécessaires et obtenu de bienveillantes approbations, m'a néanmoins demandé de vous la transmettre. Je voudrais interpréter ce geste comme la manifestation de l'attachement qu'il garde au Service botanique et agronomique de Tunisie, où nous avons collaboré pendant près de douze ans.

C'est, en effet, dans son laboratoire de l'Ariana que M. Delanoue, dont les travaux sont d'ailleurs depuis longtemps connus de cette compagnie, a mis au point la technique d'élevage de la Mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* Wied., qui lui sert actuellement à obtenir, à la Station de Zoologie agricole d'Antibes, la production massive d'*Opius concolor* Szpl., hyménoptère parasite du ver de l'olive.

M. Delanoue partageait les idées communes aux membres de l'équipe d'agronomes de l'Ariana sur certains principes essentiels concernant la lutte contre les ennemis des cultures dans les pays semi-arides, et dans les conditions de la culture sèche. Il nous paraissait évident que, en ce qui concerne particulièrement l'oléiculture et, plus particulièrement encore, les dégâts causés par *Dacus olea* Gmel., l'exécution de traitements insecticides se heurte à des difficultés multiples : la fragilité du marché et le faible chiffre d'affaire des exploitations justifient mal un poste important réservé à la lutte chimique contre les maladies et les insectes; l'irrégularité des rendements comme des attaques s'accommodent mal d'investissements importants en matériel et en techniciens; la difficulté d'obtenir la généralisation des traitements rend leur efficacité aléatoire; enfin, les propriétés toxiques encore mal connues de beaucoup de produits phytopharmaceutiques modernes ne laissent pas de poser, dans une agriculture peu habituée aux incidences industrielles, des problèmes humains ardus de distribution et d'utilisation de ces produits. Pour toutes ces raisons et sans doute quelques autres, les procédés biologiques, dont M. Delanoue avait eu l'occasion d'apprécier l'excellence, apparaissaient comme particulièrement souhaitables.

Ce fut également l'avis des missionnaires qui vinrent en Tunisie pour y examiner le problème du *Dacus* et, en particulier, de MM. Feron et Sacantanis.

Lorsqu'en 1957 M. Delanoue fut affecté à la Station d'Antibes, que dirige, avec la compétence que l'on sait, M. Biliotti, il prit donc normalement sa place dans l'équipe des chercheurs qui, au sein de l'I.N.R.A., se consacrent à l'application des méthodes biologiques à la lutte contre les Trypetides des fruits méditerranéens. L'oléiculture des régions montagneuses comme les Alpes-Maritimes et la Corse présente des particularités telles que les éléments de doctrine valables en Tunisie peuvent lui être facilement adaptés. Les premiers résultats obtenus après deux ans de travail acharné par M. Delanoue sont, à cet égard, fort encourageants et je suis convaincu que ces résultats méritent de retenir votre attention.

LACHERS EXPÉRIMENTAUX D'« OPIUS CONCOLOR » SZPL. PARASITE DE « DACUS OLEAE » GMEL. DANS LES ALPES-MARITIMES

par **P. Delanoue**

(*Note présentée par* **G. Valdeyron**)

Marchal, qui en fit la découverte en Tunisie en 1910, signala le rôle important joué par *Opius concolor* Szpl. Hyménoptère *Braconidae*, dans la limitation des attaques de *Dacus oleae* Gmel. dans ce pays.

Par la suite, des introductions de ce parasite eurent lieu en France

(Poutiers, 1921-23; Balachowsky, 1931); en Italie (Silvestri, 1928); en Espagne (Nonell-Comas, 1926); et en Palestine (Bodenheimer, 1925); ainsi que des tentatives d'élevages (Poutiers, Balachowsky, Sakantanis, 1957).

Son acclimatation n'a jamais été constatée, sauf peut-être en Sicile où il fut longtemps considéré comme une espèce différente : *O. siculus Monastero* (1934).

Sous l'impulsion de la C.I.L.B. et de son Groupe de Travail *Dacus-Ceratitis*, il fut décidé en 1957, de reprendre ces essais avec des méthodes différentes, en utilisant en particulier la technique de l'élevage artificiel qui permet de disposer, en permanence, d'une souche de parasites susceptible d'être multipliée en temps opportun.

A la suite d'une prospection effectuée au cours de l'été 1958 dans le Sous-Marocain M. Féron, Directeur de la Station de Zoologie agricole de Montfavet et responsable du Groupe de Travail *Dacus-Ceratitis*, rapporta plusieurs milliers de pupes de *Ceratitis-capitata* Wied., en partie parasitées par *O. concolor*, dont l'élevage fut confié à la Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes.

A la même époque, il lâcha en Corse, une partie des parasites rapportés du Maroc, et suivit leur descendance jusqu'à la troisième génération (Féron, 1959).

Dans les mois qui suivirent, une technique d'élevage artificiel d'*O. concolor* sur l'hôte intermédiaire *C. capitata* fut mise au point à Antibes (Biliotti-Delanoue, 1959).

Son développement relativement rapide devait, dès le printemps 1959, fournir les éléments du démarrage d'une unité de production industrielle du parasite, prévue à Montfavet et, au cours de l'été de la même année, la possibilité d'effectuer des lâchers expérimentaux dans quatre biotopes à oliviers des Alpes-Maritimes situés à Cabris, à l'ouest de Grasse, à Opio à l'est de Grasse, à l'École régionale d'Horticulture d'Antibes et à l'Ile Saint-Honorat.

Les variétés en présence étaient des Cailletiers et des Blanquetiers portant des récoltes plus ou moins abondantes.

La maturation des blanquettes est normalement plus tardive que celle des caillettes et l'attaque de *Dacus* accuse le même retard.

Cette année, l'attaque fut précoce, forte et généralisée (1).

Lachers effectués et résultats obtenus

Technique des lâchers. — Les parasites, prélevés dans les cages d'élevage au moyen d'un aspirateur, étaient comptés volumétriquement et transportées dans des cagettes en matière plastique de 1 225 centimètres cubes, convenablement aérées, humidifiées et garnies de fibre de bois très lâche destinée à limiter les déplacements et l'épuisement des insectes pendant le transport.

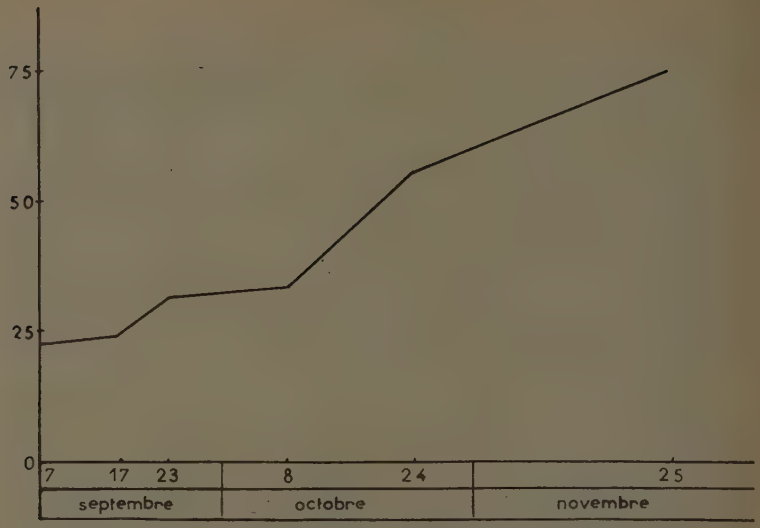
Les premiers lâchers furent effectués très tôt dans la saison, avant même que des piqûres de *Dacus* puissent être décelées sur les olives, en partant de l'hypothèse que les attaques des toutes premières mouches pouvaient échapper à l'observation.

Il y avait en effet intérêt, pour augmenter les chances de succès de ces lâchers, à ce que *Opius* s'installe le plus tôt possible.

Nous ne détaillerons que les essais effectués à l'Ile Saint-Honorat.

Ce biotope présentant un certain nombre d'avantages : isolement, précocité de la végétation et de l'attaque de *D. oleae*, récolte plus abondante des cailletiers, nous avons jugé opportun d'y effectuer un plus grand nombre de lâchers.

(1) Ceci nous a été confirmé en particulier par M. Bonnet, Directeur régional de l'Oléiculture, que nous tenons à remercier de tous les renseignements qu'il a bien voulu nous fournir et de l'aide matérielle apportée pour la poursuite de nos travaux.



Graphique I. — Ile Saint-Honorat : progression du parasitisme d'*O. concolor* d'après les éclosions des pulpes

L'Ile Saint-Honorat comporte au nord, au nord-ouest et à l'Est, trois allées bordées de 107 cailletiers et 3 blanquetiers. Un tiers des arbres était très chargé en fruits, un tiers moyennement et un tiers n'en portait pratiquement pas.

Les lâchers eurent lieu aux dates suivantes :

1° 16 juillet, lâcher de 1 200 Opius dans les allées Nord et Nord-Ouest.
2° 21 juillet, lâcher de 1 200 Opius dans les allées Nord et Nord-Ouest.
3° 27 juillet, lâcher de 1 500 Opius dans les allées Nord et Nord-Ouest.
4° 4 août, lâcher de 2 000 Opius dans les allées Nord et Nord-Ouest.
5° 18 août, lâcher de 1 200 Opius dans les allées Nord et Nord-Ouest.
6° 28 août, lâcher de 1 200 Opius dans les allées Nord et Nord-Ouest.

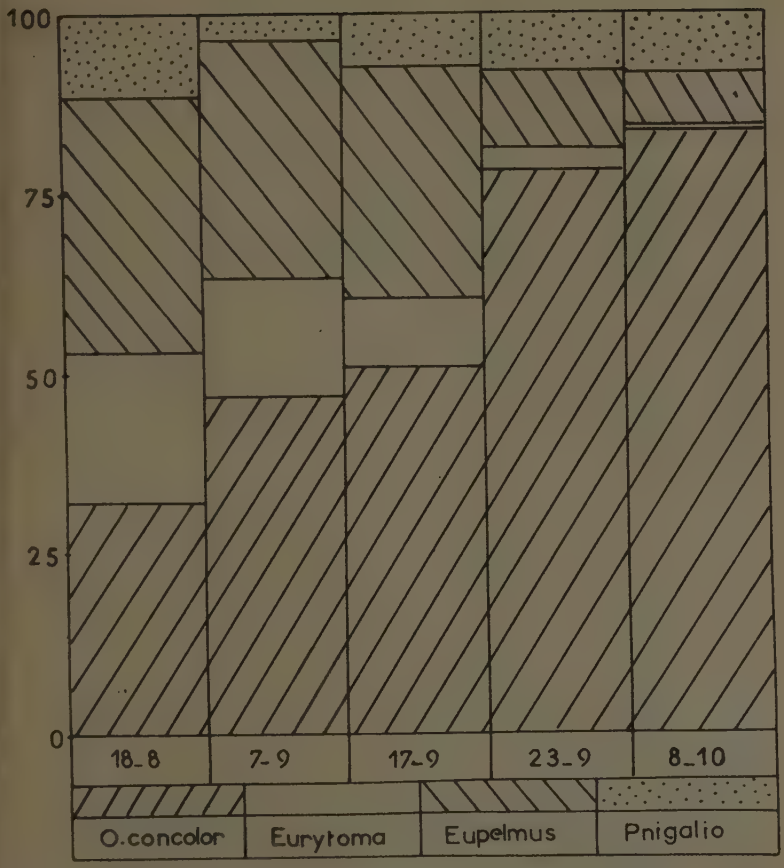
Aucun lâcher n'eut lieu dans l'allée située à l'Est, ceci devant permettre de juger des possibilités de dispersion du parasite.

Des prélèvements d'olives, échelonnés aux dates ci-dessous, permettaient de contrôler la progression de l'attaque de *D. oleae* :

16 juin : pas de trace d'attaque de *Dacus ;*
16 juillet : quelques larves des premier et second stades;
21 juillet : taux d'attaque variant de 11 à 83 p. 100, avec 7 à 18 p. 100 de larves du second stade;
4 août : taux variant de 76 à 96 p. 100, avec 8 à 64 p. 100 de larves du troisième stade;
18 août : 28 à 36 p. 100 de larves du troisième stade, 4 à 47 p. 100 de pupes écloses et non écloses.

Les premiers *Opius* étant éclos de ce dernier lot d'olives, les prélèvements ultérieurs permirent de contrôler la progression du parasitisme. Ils eurent lieu les 7, 17, 23 septembre et le 8 octobre. Le 24 octobre 7 000 pupes environ furent recueillies autour du tas d'olives récoltées; enfin, le 25 novembre, un lot fut cueilli sur un arbre tardif (Blanquetier).

Les éclosions des pupes donnèrent les taux de parasitisme indiqués par le graphique I.



Graphique II. — Ile Saint-Honorat : évolution comparée des populations d'*O. concolor* et des parasites indigènes, pour 100 parasites

Le taux moyen, qui était de 55 p. 100 le 24 octobre, époque de la récolte des caillettes, atteignait 75 p. 100 le 25 novembre pour les pupes obtenues des olives tardives (blanquettes).

Pour le prélèvement du 8 octobre qui fut effectué uniquement dans l'allée Est où aucun lâcher n'avait eu lieu, il était de 33 p. 100.

Nous devons préciser, à ce sujet, que les arbres de cette allée étaient distants de 2 à 300 mètres du lieu des lâchers les plus proches et que les vents dominants qui soufflaient de l'Est, étaient contraires à la dispersion des parasites vers cette allée.

Parallèlement à l'évolution du parasitisme d'*O. concolor*, on peut suivre sur le graphique II, celle des populations des parasites indigènes. Ces indications sont données pour 100 parasites.

On remarquera que le parasitisme par *O. concolor* progresse régulièrement, tandis que l'activité d'*Eurytoma rosae* Nees. et d'*Eupelmus urozonus* Dalm. régresse et que celle de *Pnigalio mediterraneus* se maintient assez bas (2).

Observations biologiques

Au cours de ces essais, les dissections de pupes nous ont permis de préciser les points suivants de la biologie d'*O. concolor :*

1° les femelles pondent, de préférence, dans les larves du 3e stade de *D. oleae* matures ou proches de la maturité. C'est pour cette raison que ces mêmes larves sont fréquemment surparasitées;

2° la ponte peut néanmoins avoir lieu dans des larves beaucoup moins avancées et sans doute dès le début du 3e stade. Nous avons, en effet, obtenu en éclosoirs 13 à 14 jours après la cueillette des olives, des larves parasitées qui se pupéfient après avoir atteint leur taille normale;

3° la larve du 3e stade de *D. oleae*, parasitée avant sa maturation, paraît évoluer normalement jusqu'à la nymphose, tandis que la larve du parasite qu'elle héberge évolue très lentement. Le 2e stade ne se forme que dans la pupe.

Interprétation des résultats

Nous avons pu constater que les insectes des lâchers précoces ne s'étaient installés dans aucun des biotopes.

Il semble donc inutile de compter sur une multiplication à partir de toutes premières larves de *D. oleae* qui pourraient échapper à l'observation.

A l'Ile Saint-Honorat, c'est à partir des lots d'olives cueillies le 18 août que furent obtenus les premiers *O. concolor.*

Il y a par conséquent, tout lieu de supposer que ces derniers furent engendrés par les parasites lâchés le 4 août.

Il semble donc que, cette année, dans la région, la période optima des lâchers pour les cailletiers, se serait située dans la première quinzaine d'août.

Pour les blanquetiers, il aurait fallu tenir compte d'un décalage de 15 à 20 jours.

A partir de ces époques, en effet, respectivement pour chacune de ces variétés, nous pensons que les larves du 3e stade de *D. oleae* auraient été en nombre suffisant pour permettre l'installation des parasites.

Quant aux résultats obtenus en fonction du nombre de parasites lâchés, il est possible de préciser, entre autres, qu'à l'Ile Saint-Honorat, pour 5 200 *O. concolor* libérés en temps opportun, dans une olivette comprenant une trentaine d'arbres très chargés et une trentaine d'autres qui l'étaient moyennement, le taux de parasitisme des pupes atteignait 55 p. 100 à la récolte des caillettes.

D'autre part, à l'Ile Saint-Honorat où la technique des lâchers successifs a pu donner lieu à des observations, nous avons constaté un étalement rapide du parasitisme et un enchevêtrement des générations.

Il y a tout lieu de penser qu'un seul lâcher massif, effectué en temps opportun, nous aurait permis d'observer au contraire, des pulsations correspondant aux générations successives.

(2) Nous sommes redevable de l'identification des parasites indigènes à M. Biliotti, Directeur de la Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes et l'en remercions bien vivement, ainsi que d'avoir mis à notre disposition, le personnel et les moyens matériels nécessaires à la bonne conduite de cette expérimentation.

Conclusion

Bien que l'expérimentation dont il a été question ne constitue qu'un travail préliminaire, il semble qu'on puisse tirer les conclusions suivantes des résultats qui en ont été obtenus :

1° *O. concolor* obtenu de *C. capitata* et élevé artificiellement, en laboratoire, sur cet hôte, pendant une année, a parasité immédiatement *D. oleae* dans les conditions naturelles;

2° il s'est rapidement multiplié dans les biotopes où il fut lâché en quantités suffisantes et en temps opportun;

3° il s'est dispersé dans de bonnes conditions;

4° alors que nous assistions à une progression rapide et régulière du parasitisme par *O. concolor*, celui des parasites indigènes demeurait assez bas ou regressait, sans qu'il s'agisse toutefois d'une élimination par *O. concolor;*

5° les lâchers successifs semblent constituer une méthode valable, en raison de la brièveté de l'existence d'*O. concolor*, (10 à 20 j environ) et du fait qu'il nous paraît ne pouvoir s'attaquer qu'au 3e stade larvaire de l'hôte.

Ils permettent :

— l'attaque du stade vulnérable dans l'enchevêtrement des générations de l'hôte et, par suite, l'étalement rapide du parasitisme;

— le franchissement des périodes de mauvais temps qui risquent de compromettre l'installation des insectes d'un lâcher unique;

— l'utilisation rationnelle des élevages pendant une période plus longue.

(*Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes.*)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Balachowsky (A.). — Travaux des laboratoires en 1930. Insectarium d'Antibes : élevages d'insectes auxiliaires. *Ann. Epiph.*, 1931, **17**, 96.

Biliotti (E.) et Delanoue (P.). — Contribution à l'étude biologique d'*Opius concolor* Szepl. (Hym. *Braconidae*) en élevage en laboratoire. *Entomophaga*, 1959, **4**, (1), 7-14.

Delanoue (P.). - Essai d'élevage permanent d'*Opius concolor* Szpl. sur un hôte intermédiaire et lâchers expérimentaux de ce parasite de *Dacus oleae* Gmel. Dans les Alpes-Maritimes. Informations oléicoles internationales, mai 1960 (à l'impression).

Delassus (M.). — Les insectes ennemis de l'Olivier en Algérie. *Rev. Agr. Afr. du Nord*, 1924, **22**, (239-240) : 136, 139 et 151-155.

Delucchi (V.). — Les parasites de la Mouche des Olives. *Entomophaga*, 1957, **2**, (2) : 107-118.

Feron (M.). — Observations sur le parasitisme de *Ceratitis capitata* Wied. dans le Sous-Marocain. *Rev. Path. Vég. et Ent. Agr.*, 1952, **31**, (2) : 99-102.

Feron (M.). — Le développement et la pullulation de la Mouche de l'Olive, *Dacus oleae* Gmel. et de son parasite *Opius concolor* Szepl. en Tunisie. *Rev. Path. Vég. et Ent. Agr.*, 1954, **33**, (1) : 3-30.

Feron (M.). — Utilisation d'*Opius concolor*. Troisième réunion du Groupe de Travail *Dacus-Ceratitis* de la C.I.L.B., Antibes, avril 1959.

Marchal (P.). — Sur un Braconide (Hym.) nouveau, parasite de *Dacus oleae*. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 1910, (13) : 243-244.

Marchal (P.). — Les parasites de la mouche des olives en Tunisie. *C. R. Ac. Sci.*, 1911, 1-4 (janvier 1911).

Martelli (G. M.). — Contributo alla conoscenza biologica del *Dacus oleae* Rossi. e dei suoi parasiti in Tripolitania. *Agric. Libica*, 1937, **6**. (3/4), 9 pp. *Agr. Colon.*, **31**, (4) : 149-155.

Monastero (S.). — La scoperta dell'O. *siculus* Mon. in Sicilia e la lotta contro la mosca dell'Olivo. *L'Avanguardia rurale*, 1934.

Noneli Comas (L.). — La lucha contra la mosca de la aceituna (*Dacus oleae*). *Bol. Estac. Path. Veg.*, 1926, **1**, (4) : 137-139.

Poutiers (R.). — La lutte contre le *Dacus* en France. *VI^e Congrès international d'Oléiculture* (Nice les 14-19 oct. 1923), 152-158.
Sakantanis (K.). — Sur l'élevage permanent d'*Opius concolor* Szepl. Colloques d'Antibes, les 20-22 novembre 1956. *Entomophaga*, 1957, **2**, (2) : 103.
Silvestri (F.). — État actuel de la lutte contre la Mouche de l'Olive. *VI^e Congrès d'Oléiculture international.* (Nice, 14-19 oct. 1923), 1923, 48-77.

M. Vayssière. — Les travaux et observations de M. Delanoue sont très intéressants et ils sont poursuivis maintenant avec l'étude des parasites du *Dacus* reçus d'Éthiopie et d'Érythrée. Ces territoires ne sont pas directement intéressés à la production d'olives comestibles qui est à peu près inexistante. Par contre, il y a beaucoup d'oliviers sauvages dont les petits fruits sont parasités également par *Dacus oleae* dont la pullulation est limitée par des entomophages.

J'ai pu l'an dernier, au cours d'une mission, obtenir que nos Collègues d'Éthiopie et d'Érythrée opèrent régulièrement des envois d'olives parasitées au laboratoire d'Antibes en vue d'obtenir les ennemis naturels du *Dacus* et d'en tenter éventuellement l'élevage.

Mais on se heurtait alors à une grosse difficulté : ces entomophages ne se sont pas adaptés à *Ceratitis capitata* et nous n'avions pas d'élevage permanent de *Dacus*. J'ai eu la bonne fortune de voir en Israël un jeune entomologiste qui a mis au point un milieu de culture pour cette mouche, il en a communiqué la formule à Antibes. Grâce à ces collaborations, nous pouvons espérer que la solution du problème de la Mouche de l'olive est proche pour le bassin méditerranéen.

LES INSECTES DES CHATAIGNES ET DES MARRONS

par **E. A. Cairaschi et R. Coutin**
Assistés de **Cl. Bertin et D. Perrier**

(*Note présentée par* **M. Bustarret**)

La désinsectisation des châtaignes a fait l'objet de certains travaux dans divers domaines sans pour autant résoudre d'une façon satisfaisante le problème de la présentation au consommateur de fruits, non seulement exempts de larves vivantes, mais encore non détériorés intérieurement des galeries et des cadavres de ces insectes. Actuellement, il n'est pas rare de voir plus de la moitié des châtaignes de variétés précoces ou de marrons renfermant des larves. L'avenir de la châtaigneraie à fruits, sur laquelle de nombreux efforts encourageants sont entrepris par ailleurs est conditionné par la possibilité de disposer de techniques éprouvées assurant la régression des dégâts des insectes des fruits. Il y a là une phase préliminaire essentielle à une bonne commercialisation et conservation des châtaignes (1). Aussi a-t-il paru utile d'entreprendre la lutte contre les ravageurs des châtaignes et des marrons pendant la phase de végétation pour diminuer le nombre de fruits attaqués à la récolte. Cela supposait l'étude de l'écologie de ces ravageurs et des conditions dans lesquelles avait lieu l'infestation des fruits, les connaissances acquises sur ce sujet étaient des plus limitées à l'étranger ou en France (voir bibliographie citée dans réf. 5).

L'on doit à M. B. Trouvelot, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole de Versailles, d'avoir tout mis en œuvre pour que ces travaux soient entrepris (11). Un laboratoire de campagne installé à Lasalle et Colognac dans le Gard (5) pendant les mois de juillet, d'août et de septembre a fonctionné durant 5 années consécutives de 1955 à 1960,

grâce à l'appui technique et financier de la Direction générale des Eaux et Forêts, du Conseil général du Gard, de la Fédération des Groupements de défense, de la Fédération cévenole du châtaignier, du Syndicat des Producteurs de marrons de confiserie et des castanéiculteurs cévenols.

Des trois insectes qui s'attaquent aux châtaignes, seule la Tordeuse (*Pammene fasciana* L. (= *Juliana* Curtis) ne présente généralement qu'une importance secondaire pour sa faible nocuité en France.

Les observations poursuivies dans le Tessin suisse ont permis de préciser la biologie et le caractère particulier de ses ravages qui se traduisent principalement par une chute anticipée de jeunes chataignes au moment de la formation des fruits dans l'involucre (8-9). Les attaques de la Tordeuse comme celles du Carpocapse paraissent ouvrir la voie aux contaminations des fruits par la pourriture brune (*Phoma endogena* Speg). ainsi qu'il ressort des travaux de notre Collègue pathologiste M. Ride en Ardèche (10).

Les deux autres insectes: le Carpocapse et le Balanin sont, en toutes régions, des ravageurs graves et permanents.

Le Carpocapse des chataignes (*Laspeyresia splendana* Hubner)

Alors que la larve de la Tordeuse s'établit entre les piquants de l'involucre et s'attaque secondairement au fruit lui-même, celle du Carpocapse traverse l'involucre et pénètre dans le fruit pour y effectuer la totalité de sa croissance. Ainsi la minuscule blessure provoquée en surface de l'involucre est parfaitement invisible de l'extérieur, au milieu des piquants. L'attaque ne se voit qu'à la maturité du fruit.

Le Carpocapse a une génération par an. Les chenilles qui avaient tissé leur cocon dans les couches superficielles du sol en octobre, se nymphosent l'année suivante au mois de juillet. Les papillons apparaissent au début du mois d'août jusqu'aux premiers jours de septembre. La présence et l'abondance des papillons sont contrôlées dans la nature par l'utilisation de pièges lumineux, ou de pièges à appât sucré en fermentation. Dans les deux cas, des captures 3 à 4 fois plus importantes sont réalisées par les pièges placés dans les parties supérieures des châtaigniers : région fréquentée de préférence par les papillons.

Les femelles, qui vivent 2 semaines, parfois 3, déposent en moyenne 60 œufs à la surface des feuilles, surtout à la face supérieure. L'évolution embryonnaire se produit en 10 à 15 jours jusqu'à l'éclosion et la sortie de la jeune chenille. Celle-ci chemine alors sur le feuillage et le rameau pour gagner les fruits. Elle fore une galerie pénétrante à travers la région basale de l'involucre, proche du pédoncule, en utilisant de préférence la base d'un piquant le long d'un faisceau libéro-ligneux. Cette première galerie emprunte ensuite la région dite de la cicatrice sur laquelle les fruits s'insèrent dans l'involucre, puis la larve utilise le plus souvent le funicule, avant de pénétrer directement dans l'amande en formation. C'est à ce moment que la chenille mue et passe au second stade larvaire. On assiste pendant cette phase de pénétration à une mortalité naturelle, qui atteint souvent le quart des individus. On retrouve les chenilles engluées et noyées dans leurs galeries particulièrement dans les variétés de type « marron » (fig. 1). Ce phénomène semble provoqué par un afflux de sève ou un accroissement rapide des fruits à la suite d'une période plus chaude. La croissance de la chenille dure environ 3 semaines, puis au moment de la maturité du fruit, elle le quitte par un petit orifice de forme ovalaire. Elle s'enfouit alors dans le sol et tisse aussitôt son cocon.

Le taux des infestations, à la récolte, est différent selon la variété. Les variétés gardoises : « Précoce de Lasalle » et « Marron de pays » sont plus attaquées que des variétés comme « Coutinelle » et « Pellégrine ». Même dans les châtaigneraies où, tous les ans, la récolte est régulièrement ramassée au fur et à mesure de la chute des fruits, on ne constate pas,

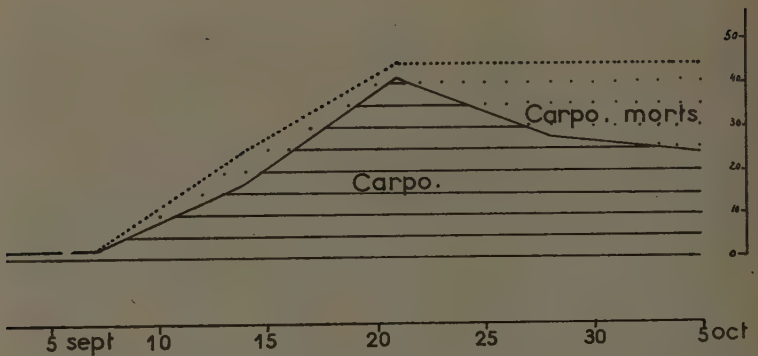


Fig. 1. — Importance de la mortalité naturelle des larves de Carpocapse au premier stade de leur évolution dans des Châtaignes du type « Marron » en 1956 dans le Gard.

à en juger par la proportion souvent élevée de châtaignes attaquées par le Carpocapse, que le niveau des populations de ce ravageur puisse être abaissé sensiblement par rapport à des cultures où la récolte reste longtemps sur le sol.

La date d'un premier traitement des arbres contre le Carpocapse est fonction du début de la période des plus abondantes captures de papillons dans les pièges. Dans les Cévennes cette période se situe en général entre le 25 et le 30 août. Toutefois, le niveau des infestations ne s'accroît sensiblement qu'au début de septembre de telle sorte que la date d'un premier traitement fondamental contre le Carpocapse peut se situer entre le 1er et le 5 septembre (fig. 2). Le choix de la date d'une seconde intervention dépend pour une large part de la rémanence de l'insecticide utilisé. Néanmoins, après le 20 septembre, les taux d'infestation n'augmentent plus beaucoup.

Dix espèces de parasites ont été recueillis dans les élevages. Seuls le Braconide *Ascogaster quadridentatus* Wesm. et le *Chalcidien: Trichogramma* sp. semblent pouvoir jouer un rôle d'une certaine importance.

Le Balanin des chataignes (*Balaninus elephas* Gyll.)

Dans le monde plusieurs espèces de Balanins vivent aux dépens des fruits des *Castanea*, en particulier en Amérique (2). En Europe une seule espèce évolue dans les châtaignes et dans les glands. Dans les glands on rencontre en outre le Balanin des Glands (*Balaninus glandium* Marsh.).

Le Balanin des châtaignes hiverne à l'état de larves dans le sol, la nymphose se produisant à la fin du mois de juin et au début de juillet. Les premiers imagos apparaissent vers le 20 août; cette sortie présente son maximum d'intensité entre le 1er et le 10 septembre et se prolonge jusqu'au 25 septembre. La présence des imagos dans la châtaigneraie est confirmée par le gaulage périodique des individus (6).

Les femelles ne déposent leurs premiers œufs qu'après une période d'alimentation d'une semaine environ. Cette ponte dure 20 à 25 jours. Le taux d'infestation des fruits prend progressivement de l'importance, particulièrement entre le 10 et le 20 septembre. L'incubation des œufs dure une dizaine de jours et la croissance larvaire 25 à 30 jours. Puis la larve découpe un orifice circulaire à travers la paroi du fruit, s'échappe de celui-ci et s'enfonce dans le sol, où elle confectionne sa loge de terre

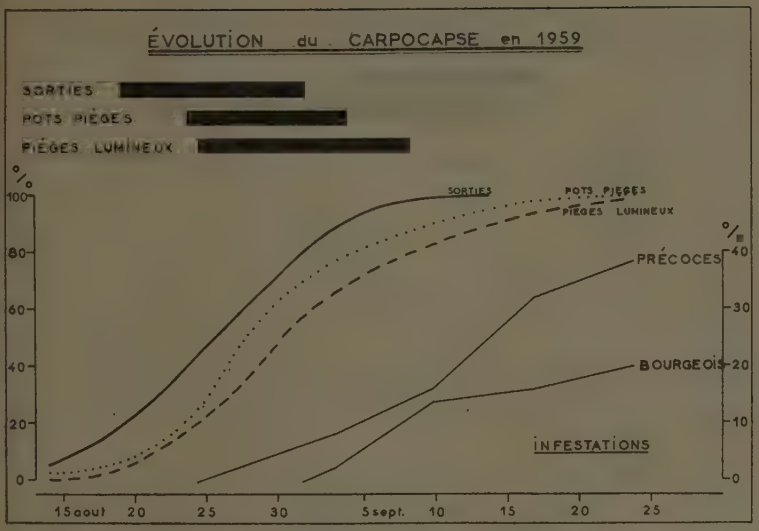


Fig. 2. — Graphique résumant les observations faites sur le Carpocapse des Châtaignes en 1959 dans le Gard

tassée. Cependant, le cycle évolutif se complique parce que toutes les larves enfouies une année ne se transforment pas en imagos l'année suivante. Une certaine proportion d'entre elles reste à l'état de larves en diapause une ou plusieurs années avant de se nymphoser.

Les variétés de châtaignes ne sont pas attaquées avec la même importance; celles du type « Marron » ne le sont pas du tout, les autres ont un degré de sensibilité qui est fonction de la nature du revêtement épineux de l'involucre (7). Les Balanins se dispersent peu d'un lieu à un autre et la majorité des larves sortent des fruits bien après la chute de ceux-ci au sol, de telle sorte que ses attaques sont moins graves, souvent insignifiantes, dans les châtaigneraies où les fruits sont régulièrement ramassés et commercialisés au fur et à mesure de leur chute. Cette récolte a pour effet d'éliminer un grand nombre de larves.

La détermination de la date de traitement peut aisément se faire en contrôlant sur les châtaigniers d'une variété habituellement attaquée la présence des imagos par gaulage. Il ne semble pas nécessaire, sauf en année chaude, d'envisager un premier traitement de lutte chimique contre le Balanin avant le 1er septembre (fig. 3). Par souci de simplification et d'économie il sera donc possible de combiner les traitements contre les jeunes larves du Carpocapse et contre les imagos du Balanin.

Principes de la lutte contre les insectes des châtaignes

Les données biologiques concernant les insectes ravageurs des châtaignes nous permettent de fixer l'orientation qu'il convient de donner à une lutte chimique appropriée. Les fruits étant attaqués durant une période de plusieurs semaines précédant les récoltes il est évident *qu'une protection rationnelle de celles-ci doit être directement engagée au niveau*

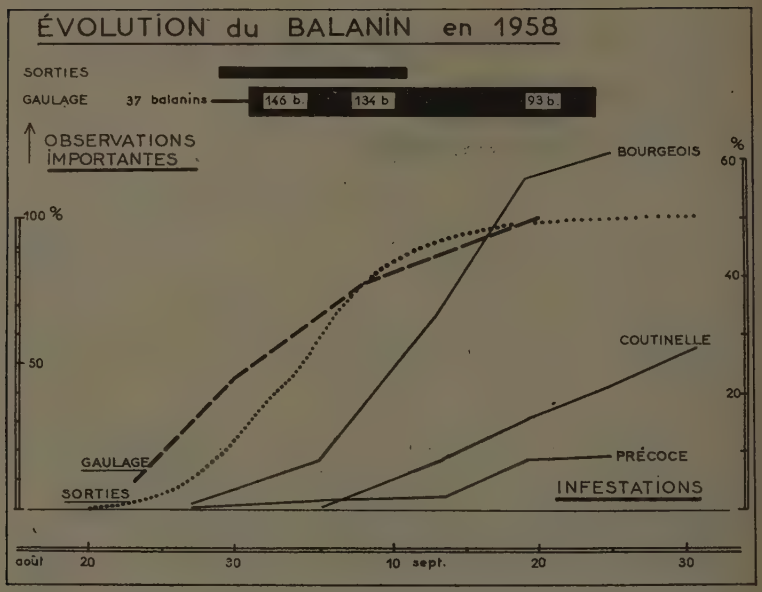


FIG. 3. — Graphique résumant les observations faites sur le Balanin des Châtaignes en 1958 dans le Gard

des arbres dans les vergers, ou châtaigneraies, visant les ravageurs au stade adulte ou de jeunes larves néonates avant leur pénétration, surtout en ce qui concerne spécialement le Carpocapse.

Ce principe essentiel explique les difficultés rencontrées d'une part et les résultats limités obtenus d'autre part, à l'occasion des essais de lutte appliqués après la récolte et mettant en œuvre divers procédés de désinsectisation (fumigations, étuvage, rayons infra-rouges, etc.). Sur le plan pratique de telles techniques de lutte se heurtent en effet au fait que les dégâts des larves de Balanin et de Carpocapse évoluent rapidement dès la chute des fruits et s'aggravent dangereusement. Quelle que soit la diligence apportée à la réalisation d'une désinsectisation qui nécessite toujours un équipement important, le consommateur n'en déplorera pas moins les méfaits des dégâts antérieurs (galeries durant la vie larvaire), et entraînant souvent des pourritures provoquées par divers champignons.

Les recherches sur la conservation des marrons et châtaignes qui ont fait l'objet de travaux exposés précédemment (10) avaient mis l'accent sur l'importance des blessures de diverses origines, en particulier celles provoquées par les piqûres de pontes et les pénétrations de larves d'insectes.

On sait que la technique de trempage de fruits sains dans l'eau additionnée d'acide sorbique à 1,6 p. 1 000 pendant 8 jours, suivi d'un ressuyage, constitue une opération recommandable et que les résultats sont d'autant plus spectaculaires que les marrons et châtaignes auront été soustraits plus nettement aux attaques d'insectes. *Ainsi la lutte directe contre les ravageurs des fruits prépare une meilleure conservation de ceux-ci.*

PROBLÈMES DE LUTTE CHIMIQUE DANS LA CHATAIGNERAIE

par **E. A. Cairaschi et R. Coutin**
assistés de **Cl. Bertin et D. Perrier**

(*Note présentée par* **M. Bustarret**)

Les possibilités de traitements chimiques insecticides faits sur les arbres

L'expérimentation poursuivie durant plusieurs campagnes dans la région des Cévennes à Lasalle (Gard) a permis la mise au point d'un certain nombre de conditions indispensables à la bonne réussite des traitements insecticides (3).

Nous insisterons plus particulièrement sur les caractères du support végétal à protéger car la châtaigneraie actuelle représente des peuplements peu homogènes, de format anormalement développé et comportant un grand nombre de variétés, dont la valeur sur le plan commercial est également fort diverse.

Le problème des chemins d'accès, celui des formes fruitières moyennes le plus aisément couvertes par des pulvérisations, l'équilibre des productions obtenu grâce aux soins classiques (façons culturales, fertilisation, taille, etc.), le choix des meilleures origines qui faciliterait une certaine propagande commerciale, en un mot la transformation ou la création de *véritables vergers fruitiers de châtaigniers* suppose un large effort de *reconversion* (12).

C'est la raison pour laquelle nous nous sommes efforcés de réaliser nos essais de traitements sur des arbres situés dans des secteurs facilement accessibles, présentant une densité normale (150 à l'ha), de format ne dépassant pas en moyenne 5 à 6 mètres de hauteur et appartenant tous à la même variété : *Précoce de Lasalle*, variété intéressante au point de vue économique.

Grâce à ce support de travail disponible, qui pourrait heureusement être rassemblé en d'autres régions castanéicoles, nous avons pu étudier les deux aspects fondamentaux de toute lutte chimique à savoir :

— *l'adaptation du matériel de traitement* et les techniques d'application d'une part;

— *le choix des produits insecticides*, d'autre part, étant admis que le succès de la lutte reste conditionné par la parfaite connaissance de la biologie des insectes, laquelle permet de fixer entre autres les dates et le nombre des interventions les plus opportunes, les facteurs météorologiques apportant leur influence non négligeable vis-à-vis aussi bien des ravageurs que des traitements proprement dits.

Le matériel de traitement qui comprenait au début des travaux des appareils à grand travail fut remplacé à partir de 1958 par des engins de *pulvérisation pneumatique* type « atomiseur à dos » d'une puissance de 1 à 2 CV, très maniables et chez lesquels le brouillard insecticide est produit par l'éclatement de la bouillie mise en présence d'un fort courant d'air. La bouillie utilisée peut être soit une émulsion concentrée (support aqueux), soit une huile spéciale (support huileux de la matière active), permettant de réaliser des traitements à faible volume. Grâce à la turbulence provoquée on peut assurer une bonne répartition de fines particules qui se déposent sur tous les organes végétatifs et fruitiers.

La technique d'épandage doit tenir compte de ces possibilités; aussi le traitement doit-il être « indirect », la buse de l'appareil maintenue à quelques mètres des frondaisons visées et dirigée perpendiculairement à

la direction d'un vent léger, lequel entraîne le brouillard produit à l'intérieur de l'arbre.

Les quantités de bouillies (matière active + support) sont de l'ordre de 200 litres par hectare en émulsion aqueuse, soit 1,25 l en moyenne par arbre, ou 40 à 50 litres par hectare en support huileux soit 0,25 à 0,35 l en moyenne par arbre, ce qui correspond à une quantité de bouillie de 2 000 litres par hectare appliquée en pulvérisation ordinaire, soit 10 à 15 litres par arbre, la quantité de MA restant identique.

Les produits insecticides mis en œuvre ont fait l'objet de nombreux essais tant au Laboratoire par Coulon (4) dans les tests de première sélection qu'en petites parcelles par Coulon et nous-mêmes. Les premiers résultats obtenus à partir de composés organiques chlorés type D.D.T., H.C.H. et lindane se sont révélés insuffisants lors des essais à l'échelon agricole. Ainsi, en 1957, la moyenne générale des échantillons de récoltes provenant d'arbres traités au lindane (100 g /MA /hl) en pulvérisation normale accusaient encore plus de 50 p. 100 de fruits attaqués.

Des résultats plus encourageants sur le terrain furent enregistrés en 1958 dans un lot d'arbres protégés à l'aide de bouillies à base de *parathion* (25 g /MA /hl), appliquées en deux traitements. Le contrôle à la récolte permit de noter en effet près de 70 p. 100 de fruits sains par rapport aux témoins. lesquels comportaient 10 fois plus de fruits attaqués par le Balanin et plus du triple attaqués par le Carpocapse.

Cette constatation devait dès 1959 orienter notre choix parmi les *insecticides* appartenant encore à divers groupes mais *présentant une bonne action de choc et doués d'une rémanence prolongée.* A cet égard, certains esters phosphoriques tels le « Dipterex » et le « Gusathion » (*) d'une part et la « Diéldrine » d'autre part, encore inédits dans les essais de lutte contre les insectes de la châtaigne, furent retenus en vue d'essais contrôlés, comportant plusieurs blocs d'une dizaine d'arbres, certains étant encore protégés à titre comparatif avec des spécialités à base de H.C.H. ou de parathion.

Trois traitements furent respectivement appliqués aux dates ci-après : 28 août, 7 et 17 septembre (une partie des parcelles n'ayant reçu que les deux premières applications, le restant ayant bénéficié en plus d'une troisième).

Les contrôles post-traitements de l'action insecticide des divers produits expérimentés, notamment sur Balanins adultes, permettent de souligner les points suivants :

— le « Parathion » et le « Dipterex » ont une action de choc marquée mais le premier accuse une durée d'action limitée. Après 2, 3 jours et par beau temps chaud, il n'est pratiquement plus efficace;

— la « Diéldrine » agit principalement après 16 heures, de même le « Gusathion » dont l'action est particulièrement nette entre 24 heures et 48 heures, après traitement. Ces deux derniers produits paraissent avoir une durée d'action s'étendant jusqu'au 8e jour au moins sous le climat cévenol. Les produits appliqués en support huileux sont en général nettement plus efficaces que ceux utilisés en émulsion aqueuse aux mêmes concentrations et aucune action phytocide ne semble devoir faire obstacle à une telle formulation.

Les contrôles sur échantillons de fruits récoltés et les résultats des essais au stade commercial devaient dans tous les cas compléter les contrôles après traitements effectués dans les vergers traités.

Plus de 25 000 fruits représentant les échantillons récoltés sur les arbres types de chaque parcelle protégée furent analysés au laboratoire, chaque échantillon comportant soit la totalité de la récolte (petits arbres) ou un minimum de 1 000 fruits pour chaque type d'application ou témoin.

(*) « Gusathion » : Dithiophosphate de diméthyle et de N. méthylbenzazimide.
« Dipterex » : Diméthyl trichloro Hydroxy-éthyl phosphonate.
« Diéldrine » : hexachlore epoxy octahydro endo exo méthylène naphtalène.

Les résultats des contrôles à la récolte 1959 concernent spécialement le Carpocapse (les populations de Balanins ayant sensiblement régressé à la suite des traitements effectués sur les mêmes arbres durant les campagnes 1957 et 1958) et sont exprimés en pourcentages d'efficacité relative des différents insecticides par rapport aux témoins correspondants.

De l'ensemble des tableaux de comptages effectués nous retiendrons :

- le « Gusathion » à la dose de 50 grammes MA par hectolitre a permis d'obtenir une efficacité relative de 71 p. 100 avec deux traitements et 77 p. 100 avec trois, soit une moyenne de 52 à 65 fruits attaqués pour 1 000, tandis que le témoin en accuse 225, soit 4 à 5 fois plus;

- la « Diéldrine » en support huileux a donné en deux applications 55 p. 100 d'efficacité par rapport aux témoins;

- le « Parathion-méthyl » apporte 36 ou 57 p. 100 de fruits sains lorsqu'il fait l'objet de 2 ou 3 applications avec un support huileux, mais les pourcentages tombent en moyenne à 45 p. 100, dans les meilleures conditions, avec un support aqueux;

- Le « Dipterex » enfin, employé à différentes concentrations souvent très élevées, semble présenter, tout au moins vis-à-vis du Carpocapse, des résultats contradictoires et en général inférieurs aux trois composés précédents.

- En définitive, le « Gusathion » pourrait être employé efficacement pour lutter contre le Carpocapse des châtaignes. La diéldrine, le parathion méthyl, ce dernier en support huileux, en soignant spécialement la cadence des traitements, sont susceptibles dans une certaine mesure de permettre l'obtention de récoltes sensiblement plus saines.

Dans quel sens une amélioration de l'efficacité réelle des traitements contre les insectes des chataignes est-elle possible?

Le graphique ci-après (fig. 4) montrant à la fois les courbes de sorties, de captures, de pénétrations des jeunes chenilles de Carpocapse et de Balanins, illustre parfaitement la superposition des phases biologiques intéressant les deux ravageurs à combattre.

La courbe CP (début des pénétrations des chenilles de Carpocapse 15 jours en moyenne après les premières sorties) et la courbe BD (début des pontes de Balanin) sont à peu près concordantes et doivent nous guider pour fixer les dates du premier traitement dirigé en conséquence contre les deux insectes. De même, l'amplitude de la période critique des plus fortes pénétrations de Carpocapse (zone F du graphique) se situe entre les limites des courbes CP et CO, cette dernière correspondant à la fin du plus grand nombre de pénétrations de Carpocapse.

La période à protéger s'étale donc en moyenne pour l'année 1959 de fin août au 20-25 septembre (80-85 p. 100 des pénétrations).

Pratiquement, nous retiendrons principalement les deux premières décades de septembre, sacrifiant les toutes premières et les toutes dernières pénétrations dont le total ne représente guère plus de 10 p. 100.

Le nombre des traitements sera essentiellement fonction de la durée d'action de la matière active utilisée et c'est la raison pour laquelle les meilleurs résultats sont obtenus avec des produits à forte rémanence. Si l'on admet que celle-ci, dans l'exemple du Gusathion, est au minimum de 7 à 8 jours, les périodes optima d'application auraient pu être en 1959 respectivement les 2, 9 et 17 septembre avec une efficacité moyenne de 85 p. 100 (pourcentages de pénétrations évités), alors que les dates d'application effectives (28 août, 7 et 17 septembre) n'ont permis que 74 p. 100 environ, le premier traitement ayant été effectué un peu trop tôt.

Une amélioration de l'efficacité des traitements pourrait donc être

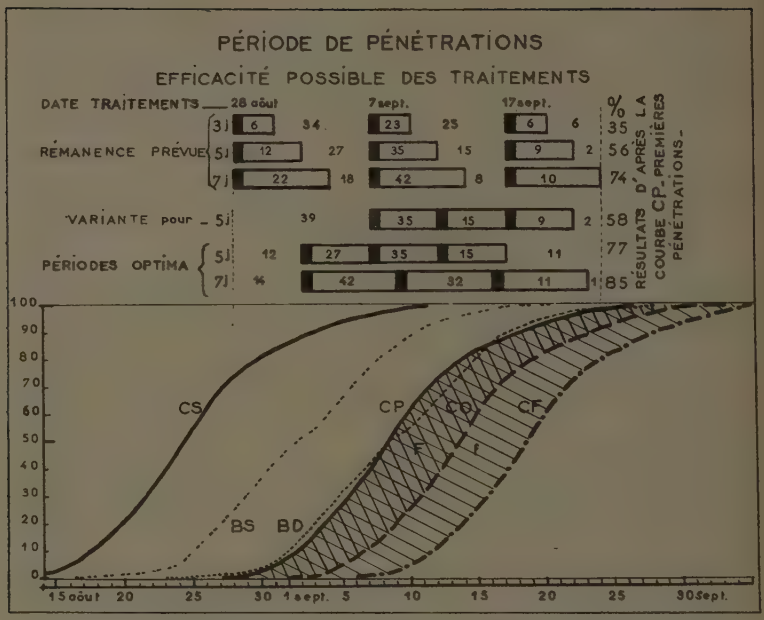


FIG. 4. — Graphique résumant les essais de lutte chimique entrepris dans une Châtaigneraie cévenole en 1959 (pour la légende, voir dans le texte)

obtenue toutes les fois que les relevés biologiques intéressant l'évolution des ravageurs justifieront un décalage dans l'application insecticide initiale.

Une certaine adaptation de nos recommandations doit être faite suivant la région considérée, les variétés à protéger, la pullulation relative de chaque ravageur, les produits et les techniques de traitements, etc. Les applications à l'échelon agricole qui seront effectuées en 1960 dans le Midi méditerranéen et dans le Sud-Ouest nous renseigneront utilement par rapport à ces différents points.

CONCLUSIONS

1° Une amélioration qualitative de la production de marrons et châtaignes est possible en luttant contre les insectes ravageurs au cours de leur évolution sur l'arbre même. Une protection optima nécessite l'application de *trois traitements* insecticides à compter de début septembre et renouvelés à 7 jours d'intervalle. Cependant, avec deux applications, d'intéressants résultats peuvent en général être obtenus lorsque le Carpocapse domine.

Les produits à utiliser doivent présenter, outre une action de choc suffisante, une rémanence prolongée. Certains esters phosphoriques type « Gusathion » (et peut être d'autres spécialités) correspondent à ces exigences. Les résultats obtenus dépasseront rarement 80 p. 100 de

mortalité du fait du grand échelonnement des premières et dernières sorties d'insectes.

Les dates d'application des traitements sont valables selon les régions et les années (*) à la fois contre le Carpocapse et le Balanin mais si deux traitements peuvent être suffisants contre une seule espèce, trois deviennent souvent nécessaires contre les deux.

— *Des précautions d'emploi* particulières sont toujours prescrites notamment pour l'utilisation de produits concentrés sous faible volume. Il sera préférable de traiter en fin de journée ou tôt le matin, compte tenu des facteurs climatiques, température et vent notamment.

2° *La rentabilité* de tels traitements insecticides doit être examinée à la lumière d'une reconversion des peuplements actuels de châtaigniers. La création de *vergers fruitiers homogènes* apparaît nécessaire et des *plantations-pilotes* doivent ouvrir la voie à cet égard.

Les dépenses d'insecticides représentent une somme de l'ordre de 40 N.F. par hectare (150 arbres) pour deux traitements mis en place dans des parcelles aménagées et susceptibles de produire en moyenne 4 à 5 tonnes de fruits par hectare.

Si l'effort est fait dans tous les autres domaines (choix de variétés, façons culturales, fertilisation, commercialisation et transformation des récoltes) on peut espérer une amélioration de la production castanéicole tant du point de vue qualitatif que quantitatif. L'aspect social et l'avenir de certaines régions dans lesquelles le châtaignier occupe encore de vastes secteurs favorables, pourraient en être les premiers bénéficiaires.

(*Institut national de la Recherche agronomique. Station centrale de Zoologie agricole, Versailles. Laboratoire de campagne de Lasalle-Colognac, Gard.*)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Bidan (P.), Barret (A.) et Mollard (J.). — La conservation des châtaignes. *Bull. Ind. Agric. et Alim.*, 1958, n° 9-10, 659-667.

(2) Brooks (F. E.). — The Chestnut Curculios. Tech. Bull. n° 130. *U.S.D. of Agric.*, 1929, 23 pages.

(3) Cairaschi (E. A.) et Perrier (D.). — Essais de traitements chimiques contre les Insectes des châtaignes dans les Cévennes au cours des campagnes 1957-1959. *Phytiatrie Phytopharmacie*, 1960 (sous presse).

(4) Coulon (J.). — L'emploi des Insecticides dans la lutte contre les Insectes de la Châtaigne. *Bull. Tech. Châtaignier*, 1958, n° 5. *École nationale des Eaux et Forêts, Nancy*, 112-114.

(5) Coutin (R.). — La biologie des Insectes de la Châtaigne. Le laboratoire de campagne de Colognac. Son organisation et l'état actuel de ses recherches. *Bull. Tech. Châtaignier*, 1958, n° 5. *École Nat. Eaux et Forêts. Nancy*, 105-111.

(6) Coutin (R.). — Estimation de l'importance de populations d'imagos *de Balaninus elephas* Gyll. dans une Châtaigneraie cévenole. *Rev. Zool. Agric. app.*, 1960, (sous presse).

(7) Coutin (R.) et Dusaussoy (G.). — Étude expérimentale de la ponte de *Balaninus elephas* Gyll. sur les Châtaignes. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 1956, 61-62-66.

(8) Martignoni (M. E.). — *Pammene juliana* Curtis (*Lep. Tortricidae*). Specie dannosa alle Castagne nel Ticino. *Boll. Soc. Tic. Sc. Nat.*, 49, 63-70.

(9) Muller (O.). — Biologische Studien über den frühen Kastanienwickler *Pammene juliana* Stephens. und seine wirschaftliche Bedeutung für den Kanton Tessin. *Z. ang. Ent.*, 1957, 41-73, 111.

(10) Ride (M.) et Gudin (C.). — Sur la biologie de quelques champignons parasites de la Châtaigne et plus particulièrement du *Phoma endogena* Speg. *C.R. Ac. Agric.*, 1960 (sous presse).

(11) Trouvelot (B.), Dumas et Pithioud. — La lutte contre les Insectes de la Châtaigne. École Nat. Eaux et Forêts Nancy. *Bull. Tech. Châtaignier*, 1951, n° 3, 153, 157.

(12) Velay (L.). — Comment concevoir la reconversion de la Châtaigneraie fruitière. *Rev. forest. franç.*, n° 12, 826-833.

(*) D'où nécessité de contrôles réguliers de l'activité des insectes pour indiquer par secteur géographique les époques et dates opportunes d'application.

M. Bustarret. — La conclusion des auteurs, qui rejoint d'ailleurs les conclusions d'autres études sur l'avenir de la châtaigneraie, c'est que, dans la mesure où on peut encore envisager une production fruitière de châtaignes, il faut que ce soit dans des plantations orientées, c'est-à-dire avec des formes moins importantes que la forme sylvestre, en retenant certaines techniques de fertilisation et de lutte contre les parasites. La châtaigne, sous l'ancienne forme de cueillette, n'est plus un produit du XX^e^ siècle.

M. Vayssière. — Au cours de la dernière guerre, affecté au Ministère du Ravitaillement, j'ai été appelé à m'occuper de ce grave problème et à me rendre dans l'Ardèche au milieu des plantations de la région d'Aubenas. Il ne pouvait être question, à cette époque d'opérer des traitements insecticides sur des arbres immenses. Actuellement, il y aurait intérêt à tenter des atomisations avec des insecticides de synthèse.

Les exploitants pourraient réduire considérablement les infestations futures des plantations, en détruisant très simplement lors de la récolte, les larves et nymphes du charançon et les chenilles et chrysalides du papillon sur les aires où sont amenées les châtaignes et où la majorité des insectes quitte les fruits. Ainsi on évite le retour dans la nature des adultes.

OBSERVATION D'UN CAS D'INTOXICATION MANGANIQUE DE LA POMME DE TERRE SUR SOL TRÈS ACIDE

par **M. Coppenet et M^me^ J. Calvez**

(*Note présentée par* **M. Bustarret**)

En 1958, au cours d'un contrôle effectué à Plœuc (C.-du-N.), la Commission officielle de contrôle des plants de pommes de terre eut l'attention attirée par une culture de variété B.F. 15 présentant des symptômes anormaux de jaunissement et de chute des feuilles. A la suite de cette visite MM. Madec et Guntz, contrôleurs nationaux délégués de la C.O.C., M. Hedou, chef de service à la Fédération nationale des Producteurs de plants de pommes de terre et M. Sauvignon, chef de secteur, éliminèrent le facteur « virus » comme cause du dépérissement et, pensant à un facteur alimentaire, firent procéder à une analyse chimique du sol par la Station d'Agronomie de Quimper.

L'analyse a donné les résultats suivants :

terre fine = 99,5 p. 100;
pH (eau = 4,8;
matières organiques totales = 65,5 p. 100;
P_5O_2 citrique = 0,074 p. 1000 (très pauvre);
K_2O (indice Barbier) = 45 (moyen);
manganèse échangeable = 4,25 p.p.m. de Mn;
manganèse réductible par l'hydroquinone = 128 p.p.m. de Mn;
manganèse total = 1 034 p.p.m. de Mn.

Les méthodes utilisées pour le dosage des différentes formes de Manganèse ont été décrites en détail dans un mémoire rédigé par l'un de nous (1).

La parcelle étudiée, située au village de Caribet, a pour sous-sol les schistes de Saint-Lô du Briovérien, la profondeur meuble est voisine de un mètre et la présence d'une proportion convenable d'argile en fait une terre de bonne qualité physique. Le sous-sol (25 à 50 cm) présente une teneur en Mn total de 712 p.p.m. de Mn alors, qu'à 200 mètres de là,

une 2e parcelle n'accuse plus que 555 p.p.m. Le chiffre de 1 000 p.p.m. est nettement supérieur à ceux que l'on rencontre habituellement sur des sols de même origine géologique, qui se situent entre 400 et 500 p.p.m. A 1 kilomètre du village de Caribet, en direction du bourg de Plœuc, le manganèse total d'une parcelle, située encore sur les schistes, est de 915 p.p.m. mais, à proximité de ce dernier bourg, la couche arable ne contient plus que 322 p.p.m. de Mn. Cette dernière parcelle, ainsi que d'ailleurs une grande partie de la commune de Plœuc, ont comme sous-sol le granite porphyroïde du massif de Moncontour.

La faible teneur en acide phosphorique assimilable ne pouvait expliquer les symptômes observés sur la pomme de terre mais la réaction très acide, jointe à de fortes teneurs en manganèse sous ses différentes formes, nous a immédiatement fait penser à une toxicité de cet élément. Pour vérifier cette hypothèse, des cultures en pots furent effectuées en 1959 avec la terre provenant du champ à étudier.

Pot n° 1 : pot témoin; terre à laquelle on a ajouté seulement des engrais N P K aux mêmes doses que pour les pots n° 2 et n° 3.

Pot n° 2 : terre + 30 grammes de chaux éteinte pour 10 kilogrammes de terre humide.

Pot n° 3 : terre + 3 grammes de SO_4 Mn, H_2O pour 10 kilogrammes de terre humide.

15 juin 1959 :

Pot n° 3	Pot n° 1	Pot n° 2
+ SO_4Mn	Témoin	+ CaO

Terre de Plœuc.

Toxicité du manganèse sur B.F. 15.

19 juin 1959 :
Pot n° 1. — Taches nécrotiques et dessiccation des feuilles inférieures.

19 juin 1959 :
Pot n° 3. — Défoliation complète sauf bouquet terminal.

Deux tubercules de la variété B.F. 15 ont été plantés dans chaque pot le 13 avril 1959 et, dès la levée, la végétation était la meilleure dans le pot n° 2, la plus mauvaise dans le pot n° 3.

Description des symptômes de toxicité en manganèse sur pomme de terre

Vers la fin mai, les feuilles les plus âgées jaunissent dans leur partie centrale, s'épaississent et extériorisent des petites taches brunes, nécrotiques, circulaires, d'un diamètre de 1 à 2 millimètres. Ces petites surfaces, disposées symétriquement par rapport à la nervure centrale s'agrandissent et sont visibles sur les deux faces de la feuille. Nous avions, en 1954, provoqué, artificiellement, une toxicité du manganèse par addition de sulfate manganeux à un sol déjà très acide, sur la variété Ackersegen. Les premiers signes observés étaient alors : une forte chlorose de la base des folioles et le long de la nervure principale, puis apparition de très petits points bruns visibles sur les deux faces des feuilles.

Pour la variété B.F. 15, l'apparition de nécroses circulaires n'est pas spécifique de la toxicité du manganèse. D'une part, on peut confondre ces taches avec les dégâts occasionnés par l'*Alternaria solani*, d'autre part, elles apparaissent aussi lorsque la plante souffre par suite de mauvaises conditions climatiques ou, par suite d'une carence d'éléments majeurs.

Dans le cas de nos observations, ces symptômes sont, cependant, bien provoqués par l'absorption excessive de manganèse qui déséquilibre le métabolisme.

Dans le courant de juin, le pétiole des feuilles inférieures et moyennes se dessèche, entraînant la dessiccation puis la chute de la feuille correspondante. En fin de végétation, la tige a perdu ses feuilles, sauf les plus jeunes d'entre elles formant le bouquet terminal. Les tiges du pot n° 3 présentent, de plus, des taches allongées brunes (1 à 2 mm de largeur sur 6 à 7 mm de longueur) et certaines nervures des pots n° 2 et n° 3 ont des parties nécrotiques. Ces symptômes, qui rappellent une bigarrure provoquée par un virus, avaient déjà été notés en 1954 sur les tiges d'Ackersegen mais il ne peut y avoir confusion, surtout pour la B.F. 15, car, sur cette dernière variété, le virus Y de la bigarrure ne provoque pas un brunissement des nervures mais une nécrose du limbe, les nervures demeurant vertes.

Les plantes du pot n° 2 (pot avec chaux) se sont développées normalement jusqu'en fin de végétation mais les signes d'intoxication, manifestés par les plantes du pot n° 3 (pot avec sulfate de manganèse), n'étaient pas plus graves que ceux qui ont été observés dans certaines zones du champ de Plœuc en 1958. Les poids de tubercules récoltés étaient les suivants :

Pot n° 1 = 300 grammes;
Pot n° 2 = 390 grammes;
Pot n° 3 = 150 grammes.

Deux auteurs américains, Berger et Gerloff (2), ont décrit des symptômes analogues (Stem streak necrosis), pour des pommes de terre cultivées dans le Nord du Wisconsin sur des sols de pH inférieur à 5 et, imputables à un excès de manganèse. Ces auteurs ont même démontré que la toxicité est reproductible, avec les mêmes manifestations, en cultures sur solutions, et que ces manifestations ne sont occasionnées ni par la concentration en ions H, ni par Al soluble, ni par une déficience en Ca ou en Mg. Nous avons nous-mêmes montré que la pomme de terre ne souffrait pas d'un excès d'aluminium, par enfouissement de 1.25 tonne de sulfate d'alumine par hectare à pH final du sol = 4,85 (4 g $(SO_4)_3$ Al_2, 9 H_2O pour 10 kg de terre).

Données analytiques :

Manganèse dans les organes aériens

	Feuilles inférieures le 4 juin 1959	Tiges le 4 juillet 1959
Pot n° 1	590 p.p.m. Mn M.S.	1345 p.p.m. Mn M.S.
Pot n° 2	473 p.p.m. Mn M.S.	644 p.p.m. Mn M.S.
Pot n° 3	2290 p.p.m. Mn M.S.	4898 p.p.m. Mn M.S.

Les teneurs normales en Mn par rapport à la matière sèche se situent entre 80 et 150 p.p.m. pour les feuilles et, entre 50 et 100 p.p.m. pour les tiges.

Une concentration de 4 890 p.p.m. (0,48 %) est, naturellement, sans commune mesure avec celle d'un oligo-élément.

Après la récolte, la terre des trois pots présente les caractéristiques suivantes :

Pot n° 1. : Témoin : pH = 4,7; Mn échangeable = 4,2 p.p.m.
Pot n° 2. : + CaO : pH = 5,75; Mn échangeable = 2,4 p.p.m.
Pot n° 3. : + Mn SO_4 : pH = 4,5; Mn échangeable = 14,4 p.p.m.

Le manganèse facilement réductible par l'hydroquinone varie peu, mais les différences pour Mn échangeable sont très nettes et nous savons que cette forme est très importante pour les sols acides (1). L'élévation du pH de une unité est donc suffisante pour annihiler l'excès de manganèse assimilable, bien que les feuilles du pot chaulé aient encore une teneur en Mn bien supérieure à la moyenne, mais l'on sait que les tissus foliaires des végétaux présentent une grande plasticité chimique vis-à-vis du cation Mn.

La variété B.F. 15 nous semble particulièrement sensible à l'excès de manganèse et nous constatons que, sur un même sol, ses tissus s'enrichissent plus fortement en Mn que trois autres variétés. Ainsi, le 4 juin 1959, les feuilles inférieures de B.F. 15 contiennent 575 p.p.m. de Mn M.S., celles de Bintje 447 p.p.m., celles de Mireille 444 p.p.m., celles d'Ackersegen 380 p.p.m., les quatre variétés étant cultivées sur la terre de Plœuc. Le haricot accumule, de même, plus de manganèse que la pomme de terre dans ses tissus et est plus sensible à la toxicité de ce métal alors que les céréales sont, au contraire, moins sensibles.

***

L'aptitude d'un sol à fournir le manganèse aux végétaux dépend, essentiellement, de deux facteurs : 1° la quantité globale d'oxydes de manganèse présente; 2° le pH de ce sol. Pour des pH trop élevés (supérieurs à 6), le manganèse assimilable peut être insuffisant si la quantité globale en réserve est trop faible, alors qu'au contraire, pour des pH très bas (inférieurs à 5), on peut avoir un excès de manganèse assimilable si le manganèse total est trop abondant. Les recherches poursuivies, sur le manganèse en tant qu'oligo-élément, à la Station d'Agronomie de Quimper nous ont conduit aux normes ci-dessous, applicables aux sols de Bretagne :

	pH	Mn échangeable	Mn réductible	Mn total
Sols normaux	4 à 8	1 à 4 p.p.m.	25 à 100 p.p.m.	500 p.p.m.
Sols carencés	< 6	< 1	< 25	< 500
Sols trop riches (toxiques)	< 5	> 4	> 100	> 500

La valeur 500 p.p.m. de Mn total est donnée seulement comme ordre de grandeur. Elle peut varier beaucoup et il n'est pas possible de la fixer avec plus de précision. Par contre, les limites données pour les autres formes sont plus exactes.

La nature de la roche-mère nous renseigne sur l'éventualité de carences ou de toxicités minérales. Sur roche-mère granitique ou gréseuse, les sols sont toujours originellement trop faiblement pourvus en cuivre pour permettre la croissance normale de certaines plantes cultivées. C'est également dans les zones granitiques que les sols sont les moins bien pourvus en manganèse total et, c'est là que les carences sont les plus fréquentes lorsque le pH de la couche arable a été amené au-dessus de 6.

Dans les zones schisteuses (schistes Briovériens, Dévoniens ou Carbonifères), la couche arable contient suffisamment de cuivre et la teneur en manganèse est, en général, convenable, mais, dans certaines parcelles, il est cependant possible d'observer des carences de manganèse. Par contre, dans certains secteurs de ces bassins sédimentaires, et c'est le cas du village de Caribet, on pourra assister à des effets toxiques de Mn sur les plantes sensibles (pomme de terre, haricot), si l'on n'a pas utilisé d'amendements calcaires. Ces toxicités se produisant pour des sols de pH inférieur à 5, là où d'autre part les conditions sont peu favorables à l'alimentation minérale des végétaux, le remède consistera, tout simplement, en un chaulage élevant le pH jusqu'au voisinage de 6.

(*Station d'Agronomie I.N.R.A., Quimper.*)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Coppenet (M.). — *Ann. Agron.*, 1959, **11**, 155-218.
(2) Berger et Gerloff. — *American potato Journal*, 1947, **24**, 5, 156-162.

M. Ferrand. — Cette note m'intéresse d'autant plus particulièrement que je me suis occupé de carence de manganèse dans les régions tropicales.

Nous sommes encore très peu fixés sur les chiffres de ces carences. Cela varie énormément avec les végétaux.

Ainsi, nous avons un cas d'excès de manganèse extraordinaire dans la vallée du Niari. Il y a des cas où il y a plus de manganèse que de phosphore. Huit cents parties par million, ce qui est tout à fait toxique.

L'arachide se refusant de se développer, on avait cru, à l'origine, à un cas de rosette : or il s'agissait d'un excédent de manganèse.

Au contraire, le palmier à huile a un seuil de toxicité plus élevé et ne devient vraiment intoxiqué qu'au-dessus de 800 ou 1 000 parties par million dans des pH qui sont comparables à ceux que vous venez de citer.

Le palmier à huile désire, pour être dans un milieu normal, 250 à 300 parties par million, tandis que pour l'arachide, il suffit de 150 à 200 parties par million.

Ces problèmes sont importants parce que nous connaissons très peu ces relations.

Un facteur qui a beaucoup d'influence sur la question du manganèse, c'est l'assimilation du silicium. Une plante qui consomme beaucoup le silicium supporte beaucoup mieux le manganèse, qu'une plante qui n'a pas de silice, on en absorbe peu.

Le palmier à huile est une plante très résistante en présence de manganèse, et qui en demande beaucoup parce que, précisément, c'est une plante très riche en silice.

Il y a là toutes sortes de facteurs qui sont extrêmement intéressants à étudier.

J'ajouterai que, pour la question de l'arachide, dans la vallée du Niari, on a appliqué 3 tonnes de chaux à l'hectare; la chaux a bloqué suffisamment le manganèse pour que la maladie par excès soit éliminée.

BIBLIOGRAPHIE D'ENSEMBLE

Ouvrages reçus pendant le mois de juin

BEAUDOIN (G.) et PAILLOU (G.). — *La vie rurale moderne.* Volume relié, 490 pages. Éditions Pierre Fombac, 12, rue Pr-Peyrot, à Périgueux.

MÉGRET (J.). — *Baux ruraux-Fermage-Métayage.* Volume de 189 pages (Collection Contrats ou le Droit pratique). Éditions Syrey, 22, rue Soufflot, Paris (5e). (Présenté par R. Noilhan).

senté par R. NOILHAN).

MICHAUT (E.) et COCHET (J.). — *L'emploi rationnel du cheval de trait.* Brochure publiée par la Fédération nationale chevaline et l'Institut d'organisation scientifique du Travail en Agriculture, 2, rue Taitbout, Paris (9e).

FÉDÉRATION NATIONALE DES GROUPEMENTS DE PRODUCTIVITÉ AGRICOLE. — *La IXe Assemblée générale.* Tenue le 5 mars 1960, 8, rue Jean-Goujon, Paris (8e), 11 *bis*, rue Scribe, Paris (8e). (Signalée par R. PRÉAUD.)

GUINIER (Ph.). — *Connaissance du bois.* Étude publiée dans le *Courrier de la normalisation*, n° 152. Mars-avril 1960. (Signalée par R. PRÉAUD.)

CENTRE NATIONAL DE COOPÉRATION AGRICOLE. — *Les Coopératives agricoles dans l'approvisionnement du marché allemand.* Étude ronéotée (53 p.) établie par la Section de Formation et de Perfectionnement, 129, boulevard Saint-Germain, Paris (6e). (Signalée par R. PRÉAUD.)

SIMON (Mme G.). — *L'enfouissement des pailles dans le sol. Étude générale et répercussions par la microflore du sol.* Travail publié dans les *Annales agronomiques*, Série A n° 1, 1960. I.N.R.A. (Signalé par R. PRÉAUD.)

COMITÉ INTERMINISTÉRIEL DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION. — *La satisfaction des besoins fondamentaux et la couverture des coûts de l'homme.* Étude extraite de l'Encyclopédie française, tome 9. L'Union économique, Paris, 1960. Secrétariat du Comité, 78, rue de Varenne, Paris (7e). (Signalée par R. PRÉAUD.)

VERMEREN (R.). — *Dix ans d'application des protocoles agricoles Bénélux* (1947-1957). Étude publiée dans la *Revue Agriculture* n° 2, février 1960. Ministère de l'Agriculture, 14, rue de la Limite, Bruxelles. (Signalée par R. PRÉAUD.)

DRESSE (Oscar). — *Tous les lapins.* Ouvrage 76 pages, 48 illustrations. Éditions J. Missart, Mont-Saint-Guibert (Belgique). (Présenté par M. LETARD.)

HÉNIN (S.), FÉODOROFF (A.), GRAS (R.) et MONNIER (G.). — *Le profil cultural. Principes de physique du sol.* Ouvrage de 320 pages. Société d'Édition des Ingénieurs agricoles, 129, boulevard Saint-Germain, Paris (6e). (Présenté par M. BUSTARRET.)

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Maison Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
Dépôt légal 1960 (3e trimestre). — N° d'ordre : 5.882. — C. P. P. P. 23.579

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 800 à 900 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1960 sont les suivants :

	France et Communauté Française	*Étranger Maroc, Tunisie, Indochine, Guinée*
Abonnement annuel	15 NF	18 NF
Numéro au-dessous de 50 pages .	1,25 »	1,60 »
Numéro de 50 pages et plus . .	1,50 »	2 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C. C. P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 25 N F la collection reliée et de 20 N F en fascicules séparés.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 5 N F; millésimées : 6 N F.

N° 12

SÉANCE DU 22 JUIN 1960

Présidence de M. LETARD

M. Maspetiol. — Le rapport du groupe de travail chargé de préparer les éléments d'une loi d'orientation agricole 663

M. Tardy. — Le 42e Congrès de la Confédération nationale de la Mutualité, de la Coopération et du Crédit agricoles 665

M. Baratte. — Présentation de planches concernant les ennemis des cultures (publication A.C.T.A.) 668

Observations : **MM. Petitlaurent, Baratte** 668

M. Hénin. — Préambule à la présentation des deux Notes ci-après : 669

MM. Ancellin et Redlich. — Influence du précédent cultural sur l'acide phosphorique des sols de limon 676

M. Fraigneaud. — Application des programmes linéaires à la détermination des assolements 683

Mme Charlet-Lery et M. Zeiter. — Influence de l'auréomycine sur le métabolisme azoté du porc. (*Note présentée par* **M. Letard**) 687

M. Delmas, *Correspondant.* — Le problème des traitements contre les tordeuses de la grappe 689

M. Delmas. — Essai d'insecticides du groupe des esters phosphoriques en traitements curatifs contre la Cochylis 694

M. Chaboussou. — Essais de divers insecticides contre la Cochylis et l'Eudemis dans le Bordelais en 1959. (*Note transmise par* **M. Delmas**). . . . .

SÉANCE DU 29 JUIN 1960

Présidence de M. LETARD

M. le Secrétaire perpétuel. — Parmi les ouvrages reçus 703

M. Bustarret. — Présentation de l'ouvrage de MM. Hénin, Feodoroff, Gras et Monnier : *le Profil cultural.* 703

Observation : **M. Hénin** 705

M. Hénin. — Présentation de l'ouvrage de M. Dufrenoy : *L'information appliquée aux techniques de résolution des problèmes biologiques et aux problèmes intéressant la production agricole.* 705

M. Ferrand. — Observations sur une maladie indécise du Cocotier. 706

MM. Biliotti, Benassy, Bianchi et Milaire. — Premiers essais d'acclimatation en France de *Prospaltella perniciosi* Tower, parasite spécifique importé de Quadraspidiotus perniciosus Comst. (*Note présentée par* **M. Vayssière**) 707

M. Valdeyron. — Préambule à la présentation de la Note ci-après . . . 711

M. Delanoue. — Lachers expérimentaux d'*Opius concolor* Szpl, parasite de *Dacus oleæ* Gmel dans les Alpes-maritimes 712

Observation : **M. Vayssière** 718

MM. Cairaschi et Coutin. — Les insectes des Châtaignes et des Marrons. Problèmes de lutte chimique dans la Chataigneraie. (*Deux Notes présentées par* **M. Bustarret**). 718

Observation : **MM. Vayssière, Bustarret** 728

M. Coppenet et Mme Calvez. — Observation d'un cas d'intoxication manganique de la pomme de terre sur sol très acide. (*Note présentée par* **M. Bustarret**). 728

Observation : **M. Ferrand** 733

Bibliographie d'ensemble

Ouvrages reçus pendant le mois de juin 734

Nota. — Les séances de l'Académie ne reprendront que le 5 octobre 1960.

Le Gérant : BERNARD GRISARD.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
C. P. P. P. 23.579 N° 12 — 9-60 — 5.882